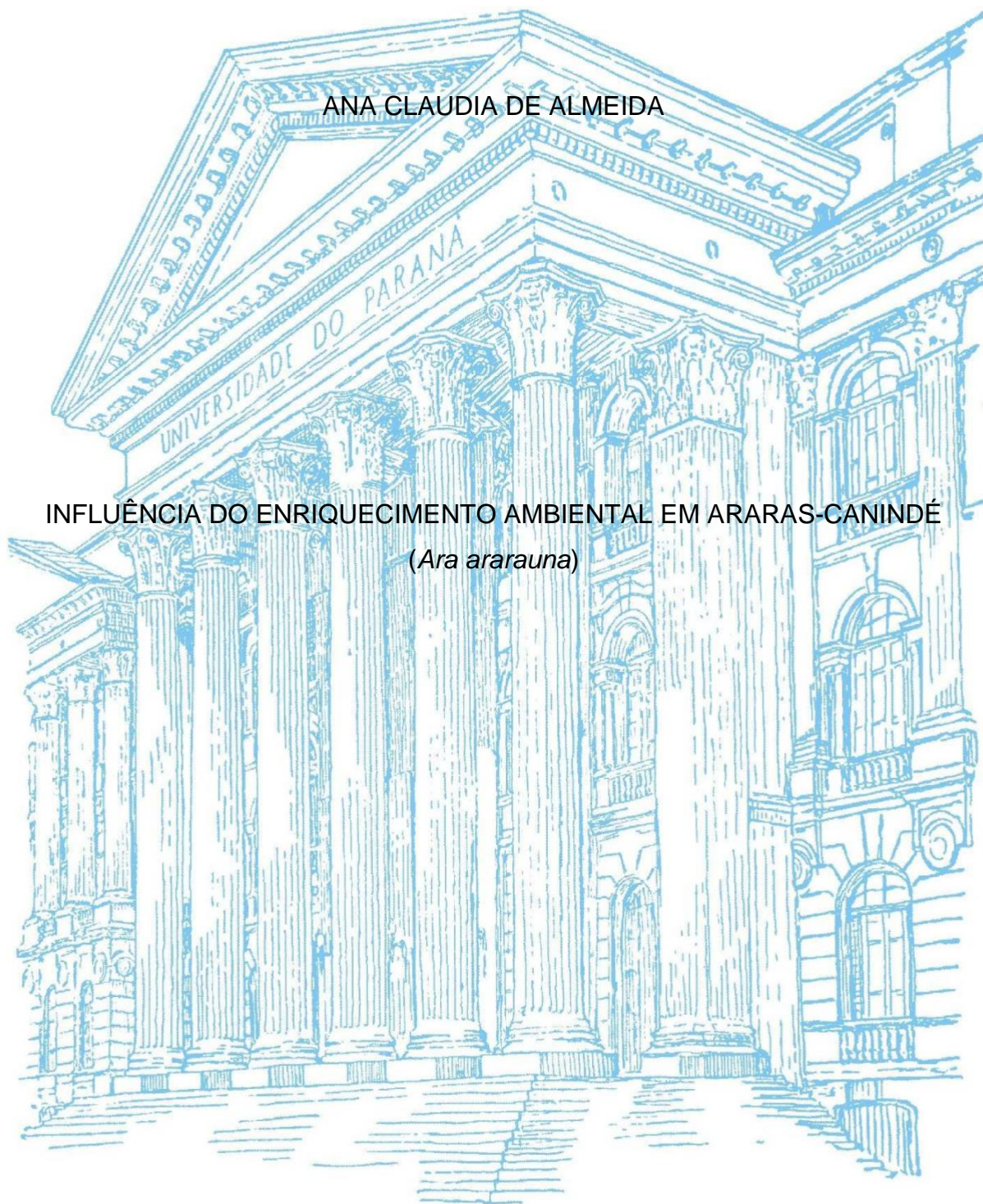


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ANA CLAUDIA DE ALMEIDA

INFLUÊNCIA DO ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL EM ARARAS-CANINDÉ
(*Ara ararauna*)



CURITIBA

2016

ANA CLAUDIA DE ALMEIDA

INFLUÊNCIA DO ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL EM ARARAS-CANINDÉ
(*Ara ararauna*)

Dissertação apresentada como
requisito parcial à obtenção do grau de
Mestre em Zoologia, no Programa de
Pós-Graduação em Zoologia, Setor de
Ciências Biológicas, Universidade
Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Nei Moreira

CURITIBA

2016

Universidade Federal do Paraná
Sistema de Bibliotecas

Almeida, Ana Claudia de
Influência do enriquecimento ambiental em araras-canindé (*Ara ararauna*). / Ana Claudia de Almeida. – Curitiba, 2016.
135 f.: il. ; 30cm.

Orientador: Nei Moreira

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Zoologia.

1. Arara 2. Comportamento animal I. Título II. Moreira, Nei III. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Zoologia.

CDD (20. ed.) 598.71



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
Setor CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
Programa de Pós Graduação em ZOOLOGIA
Código CAPES: 40001016008P4

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ZOOLOGIA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **ANA CLAUDIA DE ALMEIDA**, intitulada: "**Influência do enriquecimento ambiental em araras-canindé (Ara ararauna)**", após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua aprovação.

Curitiba, 26 de Fevereiro de 2016.

Prof NEI MOREIRA (UFPR)
(Presidente da Banca Examinadora)

Prof EMYGDIO LEITE DE ARAUJO MONTEIRO FILHO (UFPR)

Prof ROGERIO RIBAS LANGE (UFPR)

Dedico este trabalho à minha mãe, presente em todos os momentos da minha vida, e às araras-canindé, às quais eu tenho uma grande paixão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Dr. Nei Moreira pela orientação neste trabalho, pelas críticas, sugestões e auxílio tão importantes para o desenvolvimento do projeto e da dissertação.

À minha mãe, Ruth, e à minha irmã, Andrea, por todo o apoio, desde a escolha do programa de pós-graduação até o momento da escrita final da dissertação.

À bióloga Vanilce Pereira e à veterinária Gladis Dalmina, responsáveis pelo Zoológico Municipal de Cascavel, e aos veterinários Dr. Renato Herdina Erdmann e Ana Paula Ascari Gnoatto, responsáveis pelo Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz, que aceitaram a proposta do trabalho e colaboraram para que este fosse realizado.

À Faculdade Assis Gurgacz pelas estruturas do viveiro e dos laboratórios cedidas para o desenvolvimento de etapas importantes do estudo, e à Rose, Carol, Vivi, Thaís e Luiz, responsáveis e técnicos que me auxiliaram nesse processo.

À veterinária Laura Bittencourt, pela disposição em me ensinar a realizar o exame coproparasitológico das minhas amostras.

Aos funcionários e estagiários do zoológico Tay, Gabi, Giovani, Nilson, Mike, Cristiane, Hamilton, Francisco, Osmar e Jonas, que auxiliaram no manejo e deram muita força nos momentos de coleta de dados.

À empresa Anilhas Aliança, que cedeu suas anilhas para que eu pudesse identificar as araras.

Aos meus amigos do mestrado Daiane da Rosa, Madson Melo, Thayanne Lima, Cassia Padilha, Fernanda Groth, Ariane Rodrigues, Luciana Rosa, Luci Pereira, Luana Pereira, Caio Marinho, Nálita Scamparle, Camilla Felipe, Maíra Afonso, e aos doutorandos que cursaram disciplina conosco Natascha Wosnick, Lucimary Deconto, Caio Noritake, Susel Castellanos e Sidnei Pressinatte Jr., que me apoiaram em todos os momentos, que me ensinaram muito e aos quais tenho muita admiração.

Ao Marcel Henrique Blank, que me auxiliou muito nessa caminhada, que permitiu que eu o acompanhasse nas coletas de dados do seu trabalho, me ensinando o que eu precisava para desenvolver meu projeto.

Ao José Flávio Cândido Jr., que cedeu o *freezer* do seu laboratório na UNIOESTE para que eu pudesse armazenar minhas amostras e por sempre me ouvir, mesmo que eu já não pertença mais ao seu laboratório, e ao Edison, responsável pelo Laboratório de Saneamento Ambiental da UNIOESTE, pelo empréstimo de materiais e auxílio durante o projeto.

À Dr.^a Priscila Viau, da USP, e ao MSc. Daniel Chabu, pelo auxílio à distância com informações importantes para o desenvolvimento do meu trabalho.

Aos membros da banca Prof. Dr. Emygdio Monteiro-Filho, Prof. Dr. Rogério Lange e Prof. Dr. Ricardo Pereira, por aceitarem meu convite e pelas sugestões e críticas na avaliação do trabalho, que permitem que eu me torne uma profissional cada vez melhor.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Zoologia, que contribuíram para o meu aprendizado durante essa trajetória.

A todos os meus amigos, em especial ao Mateus, à Ana Ceccon, à Amanda, ao Renan, à Paty, ao Wellington, ao Bruno, ao Felipe e ao Lázaro, e ao meu companheiro Abraan, pela paciência durante os momentos difíceis, pelo incentivo e ajuda com as fotos, equipamentos, auxílio na coleta de dados, processamento de amostras, pelas palavras de carinho e abraços e pela amizade gratificante.

Ao Prof. Dr. Rupert Palme, que aceitou realizar a dosagem dos metabólitos hormonais em seu laboratório, na Áustria.

Ao Marcisnei Zimmermann, que infelizmente não está mais entre nós, mas que sem ele, eu não teria entrado em contato com o Dr. Palme.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de mestrado.

A todos que contribuíram de alguma forma na execução deste trabalho.

“Deixei uma ave me amanhecer”.
Manoel de Barros

RESUMO

A arara-canindé (*Ara ararauna*) é categorizada como Pouco Preocupante (LC) pela IUCN, mas suas populações têm entrado em declínio devido às pressões antrópicas. Estudos sobre a biologia *ex situ* auxiliam na conservação de fauna em longo prazo. O monitoramento do bem-estar através de métodos não invasivos é importante para avaliar o estresse e auxiliar programas de reprodução em cativeiro e soltura. Esse estudo avaliou a resposta comportamental e hormonal ao enriquecimento ambiental (EA) em araras-canindé cativas (n=22) no Zoológico Municipal de Cascavel e no Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz em Cascavel, PR. O monitoramento das aves através do método do animal focal e a coleta de excretas foram realizados durante três etapas (pré-enriquecimento, enriquecimento e pós-enriquecimento), com duração de dois meses cada. Foram analisadas as frequências dos comportamentos de cada etapa e as frequências de interação com os enriquecimentos. As amostras de excretas foram submetidas à extração hormonal e analisadas via ensaio imunoenzimático (EIA) para analisar os metabólitos de corticosterona, com validação fisiológica (desafio de ACTH). Os comportamentos mais frequentes durante as três etapas foram “Vocalizar”, “Movimentar-se” e “Repousar”. O EA estimulou o aumento da locomoção e do movimento e reduziu a vocalização, manutenção, arrancamento de penas e interação social negativa. As aves apresentaram maior interação com os itens “Rolinho de girassol”, “Pinhas recheadas”, “Espiga de milho” e “Caixas de ovo”. Não foram encontradas diferenças entre os níveis de corticosterona nas três etapas: $136,56 \pm 20,99$ ng/g, $132,81 \pm 19,51$ ng/g e $124,62 \pm 16,30$ ng/g ($p = 0,798$). O incremento de enriquecimentos ambientais nos recintos contribuiu positivamente para uma mudança no repertório comportamental das araras-canindé mantidas em cativeiro, aumentando o bem-estar e a qualidade de vida através da redução de comportamentos associados à ociosidade e ao estresse, e da redução, mesmo que não significativa, das concentrações dos metabólitos de corticosterona.

Palavras-chave: comportamento, bem-estar animal, estresse, cativeiro, corticosterona

ABSTRACT

IUCN categorizes the blue-and-yellow macaw (*Ara ararauna*) as Least Concern (LC), but populations are going into decline with human pressure. *Ex situ* biological studies can assist the long-term conservation of wildlife. Monitoring of well-being using noninvasive methods is important to evaluate stress and can help captive breeding and reintroduction programs. This study evaluated the behavioral and hormonal response to environmental enrichment (EE) in captive blue-and-yellow macaws (n=22) in Cascavel Municipal Zoo and Conservation Center of Assis Gurgacz Faculty in Cascavel, PR - Brazil. Monitoring of birds by focal animal sampling method and excreta collection were performed during three stages (pre-enrichment, enrichment and post-enrichment). The frequencies of occurrence of the behaviors in each stage and the interaction frequency with enrichments among groups were analyzed. Excreta samples were subjected to hormone extraction, and the sample extraction will be subjected to enzyme immunoassay method (EIA) to analyze corticosterone metabolites, with physiological evaluation (ACTH challenge). We found that the most frequent behaviours during the three phases were "Vocalize", "Movement" and "Resting". Enrichment increased locomotion and movement and provided a reduction of vocalization, maintenance, feather bristling and negative social interaction. The birds showed greater interaction with items "Sunflower rolls", "Stuffed araucaria cones", "Corn cobs" and "Egg boxes". High levels of corticosterone were found in all stages: 136.56 ± 20.99 ng/g, 132.81 ± 19.51 ng/g e 124.62 ± 16.30 ng/g ($p = 0.798$). Providing an enriched environment had a positive influence on the behavioral repertoire of captive blue-and-yellow macaws, increasing the well-being and life quality by reducing time spent passive and behaviors associated with stress, and reducing corticosterone metabolites concentrations, even though the results are not significant.

Keywords: behavior, animal welfare, stress, captivity, corticosterone

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Recintos no Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz (FAG).	43
Figura 2. Recintos no Zoológico Municipal de Cascavel	44
Figura 3. Avaliação do peso das araras-canindé (<i>Ara ararauna</i>) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz (FAG) e do Zoológico Municipal de Cascavel.....	46
Figura 4. Exame coproparasitológico das excretas das araras-canindé (<i>Ara ararauna</i>) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz (FAG) e do Zoológico Municipal de Cascavel.	47
Figura 5. Extração dos metabólitos hormonais das excretas das araras-canindé (<i>Ara ararauna</i>) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz (FAG) e do Zoológico Municipal de Cascavel.	53
Figura 6. Variação das médias das concentrações de metabólitos de corticosterona em excretas das araras-canindé (<i>Ara ararauna</i>) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz: validação fisiológica.	56
Figura 7. Variação individual das concentrações de metabólitos de corticosterona em excretas das araras-canindé (<i>Ara ararauna</i>) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz: validação fisiológica	57
Figura 8. Frequências de comportamentos (médias + erro padrão em %) com diferenças significativas apresentadas pelas araras-canindé (<i>Ara ararauna</i>) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e do Zoológico Municipal de Cascavel durante as três etapas do estudo.	64
Figura 9. Frequências de comportamentos incomuns (médias + erro padrão em %) apresentadas pelas araras-canindé (<i>Ara ararauna</i>) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e do Zoológico Municipal de Cascavel durante as três etapas do estudo	68
Figura 10. Médias das frequências dos comportamentos incomuns (%) por local de estudo e por recinto.	71

Figura 11. Frequência de interação (%) por grupo para cada enriquecimento ambiental oferecido para as araras-canindé (<i>Ara ararauna</i>) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e do Zoológico Municipal de Cascavel.....	77
Figura 12. Frequência de interação (%) por arara-canindé (<i>Ara ararauna</i>) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e do Zoológico Municipal de Cascavel para cada enriquecimento ambiental oferecido..	78
Figura 13. Concentração média (+ erro padrão) de metabólitos de corticosterona nas excretas das araras-canindé (<i>Ara ararauna</i>) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e do Zoológico Municipal de Cascavel durante as três etapas do estudo..	83
Figura 14. Medianas, quartis e amplitude das concentrações de metabólitos de corticosterona nas excretas das araras-canindé (<i>Ara ararauna</i>) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e do Zoológico Municipal de Cascavel durante as três etapas do estudo..	83
Figura 15. Médias (+ erro padrão) e linha basal das concentrações de metabólitos de corticosterona nas excretas das araras-canindé (<i>Ara ararauna</i>) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e do Zoológico Municipal de Cascavel por indivíduo durante as três etapas do estudo.....	85
Figura 16. Médias (+ erro padrão) e linha basal das concentrações de metabólitos de corticosterona nas excretas das araras-canindé (<i>Ara ararauna</i>) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e do Zoológico Municipal de Cascavel por sexo durante as três etapas do estudo.....	86
Figura 17. Médias (+ erro padrão) e linha basal das concentrações de metabólitos de corticosterona nas excretas das araras-canindé (<i>Ara ararauna</i>) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e do Zoológico Municipal de Cascavel por recinto durante as três etapas do estudo... ..	87
Figura 18. Médias (+ erro padrão) e linha basal das concentrações de metabólitos de corticosterona nas excretas das araras-canindé (<i>Ara ararauna</i>) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e do Zoológico Municipal de Cascavel por local de estudo durante as três etapas do estudo..	88

APÊNDICE 2

Figura 1. Itens utilizados como enriquecimento ambiental para araras-canindé (<i>Ara ararauna</i>) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e do Zoológico Municipal de Cascavel.....	123
--	-----

APÊNDICE 3

Figura 1. Interação das araras-canindé (<i>Ara ararauna</i>) com caixas de ovo no Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e no Zoológico Municipal de Cascavel.....	124
Figura 2. Interação das araras-canindé (<i>Ara ararauna</i>) com caixas surpresa no Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e no Zoológico Municipal de Cascavel.....	125
Figura 3. Interação das araras-canindé (<i>Ara ararauna</i>) com cordas de sisal no Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e no Zoológico Municipal de Cascavel.....	126
Figura 4. Interação das araras-canindé (<i>Ara ararauna</i>) com espigas de milho no Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e no Zoológico Municipal de Cascavel.	127
Figura 5. Interação das araras-canindé (<i>Ara ararauna</i>) com picolés de fruta no Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e no Zoológico Municipal de Cascavel.....	128
Figura 6. Interação das araras-canindé (<i>Ara ararauna</i>) com pinhas recheadas e sem recheio no Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e no Zoológico Municipal de Cascavel.	129
Figura 7. Interação das araras-canindé (<i>Ara ararauna</i>) com rolinhos de girassol no Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e no Zoológico Municipal de Cascavel	130

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1. Influência do enriquecimento ambiental no comportamento e cognição de roedores de laboratório.	35
Tabela 1. Informações sobre as araras-canindé (<i>Ara ararauna</i>) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e do Zoológico Municipal de Cascavel.....	41
Tabela 2. Condições de alojamento das araras-canindé (<i>Ara ararauna</i>) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e do Zoológico Municipal de Cascavel: lotação (número de animais/tamanho do recinto).....	42
Tabela 3. Enriquecimentos ambientais oferecidos para as araras-canindé (<i>Ara ararauna</i>) mantidas no Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e no Zoológico Municipal de Cascavel..	48
Tabela 4. Resultado do peso das araras-canindé (<i>Ara ararauna</i>) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e do Zoológico Municipal de Cascavel.....	55
Tabela 5. Catálogo comportamental elaborado para as araras-canindé (<i>Ara ararauna</i>) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e do Zoológico Municipal de Cascavel	61
Tabela 6. Frequências de comportamentos (médias \pm erro padrão em %) e resultados do teste de Friedman para os comportamentos exibidos pelas araras-canindé (<i>ara ararauna</i>) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e do Zoológico Municipal de Cascavel durante as três etapas do estudo..	63
Tabela 7. Frequências de comportamentos incomuns (médias \pm erro padrão em %) e resultados do teste de Friedman para os comportamentos exibidos pelas araras-canindé (<i>Ara ararauna</i>) mantidas no Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e no Zoológico Municipal de Cascavel durante as três etapas do estudo.....	67

Tabela 8. Resultados do teste do χ^2 para comparação das médias das frequências de comportamentos incomuns por local de estudo e por recinto entre as etapas do estudo..... 71

Tabela 9. Resultados do teste do χ^2 para a frequência de interação com os diferentes itens de enriquecimento entre os recintos e entre as araras-canindé (*Ara ararauna*) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e do Zoológico Municipal de Cascavel..... 80

Tabela 10. Concentração média (\pm erro padrão), linha basal (média \pm erro padrão) e pico de metabólitos de corticosterona em ng/g apresentadas pelas araras-canindé (*Ara ararauna*) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e do Zoológico Municipal de Cascavel durante as três etapas do estudo.. 82

Tabela 11. Valores de p para a diferença de concentrações de metabólitos de corticosterona entre as araras-canindé (*Ara ararauna*) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e do Zoológico Municipal de Cascavel..... 84

Tabela 12. Coeficientes de correlação de Spearman (r_s) entre comportamentos e metabólitos hormonais das araras-canindé (*Ara ararauna*) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e do Zoológico Municipal de Cascavel..... 92

APÊNDICE 1

Tabela 1. Alimentos oferecidos às araras-canindé (*Ara ararauna*) pelas instituições do estudo..... 121

APÊNDICE 2

Tabela 1. Descrição dos enriquecimentos ambientais oferecidos às araras-canindé (*Ara ararauna*) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e do Zoológico Municipal de Cascavel..... 122

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1. O bem-estar animal e a qualidade de vida	19
2.2. O eixo hipotalâmico-hipofisário-adrenal	24
2.3. Métodos de dosagem hormonal	27
2.4. Comportamento e enriquecimento ambiental	31
2.5. Considerações finais	38
3. MATERIAL E MÉTODOS	39
3.1. Declaração de Ética	39
3.2. Locais de estudo e animais estudados	39
3.3. Condições de alojamento	42
3.4. Exame clínico	45
3.5. Observação de comportamento	48
3.6. Coleta de excretas	49
3.7. Validação fisiológica	49
3.8. Extração e dosagem dos metabólitos hormonais	50
3.9. Análise estatística	53
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
4.1. Exame clínico	55
4.2. Validação fisiológica	56
4.3. Comportamento	60
4.3.1. Comportamentos incomuns	65
4.3.2. Demais comportamentos	72
4.3.3. Interação com o enriquecimento ambiental	76
4.4. Metabólitos de corticosterona	81

4.5. Correlação entre comportamento e fisiologia	91
5. CONCLUSÕES	97
REFERÊNCIAS	98
APÊNDICES	121
APÊNDICE 1. Condições de alimentação das araras-canindé (<i>Ara ararauna</i>) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e do Zoológico Municipal de Cascavel.....	121
APÊNDICE 2. Detalhamento dos enriquecimentos ambientais utilizados.	122
APÊNDICE 3. Registros da interação das araras-canindé (<i>Ara ararauna</i>) com os itens de enriquecimento ambiental oferecidos no Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e no Zoológico Municipal de Cascavel.	124
ANEXOS	131

1. INTRODUÇÃO

As planícies da América do Sul abrigam a mais rica biota de vertebrados da Terra, sendo compostas por florestas tropicais úmidas (a Amazônia e a Mata Atlântica), separadas por áreas mais abertas e áridas (o Chaco, o Cerrado e a Caatinga) (RIBAS *et al.*, 2005). Dentre essa grande biodiversidade, o grupo das aves ganha destaque no continente em relação aos tetrápodes terrestres, sendo constituído por 3.485 espécies (AVIBASE, 2014). O Brasil abriga uma das mais diversas avifaunas do mundo, juntamente com a Colômbia e o Peru. Atualmente, o país possui um total de 1.919 espécies de aves (PIACENTINI *et al.*, 2015), o equivalente à aproximadamente 53% das espécies de aves registradas em toda a América do Sul. Destas, 277 espécies são endêmicas (PIACENTINI *et al.*, 2015), ou seja, 14% do total de espécies.

A família Psittacidae, representada no Brasil por 86 espécies (CBRO, 2014), possui o maior número de espécies ameaçadas de extinção entre todas as famílias de aves (26% de cerca de 350 espécies) (COLLAR, 2000), principalmente na Região Neotropical, onde quase 40% das espécies de psitacídeos presentes estão ameaçadas de extinção (COLLAR & JUNIPER, 1992). A captura de aves para o comércio ilegal de animais silvestres e a degradação ambiental são os principais fatores que ameaçam a sobrevivência das espécies (BEISSINGER & BUCHER, 1992; WRIGHT *et al.*, 2001). O tráfico ilegal de animais silvestres tornou-se um negócio lucrativo, fazendo com que as comunidades beneficiem-se da captura e da venda dos mesmos (GUSSET *et al.*, 2014). A introdução de espécies exóticas, predadoras ou competidoras, os efeitos negativos das mudanças climáticas e a destruição das espécies de árvores para nidificação são outros elementos que vêm provocando a redução das populações de aves (GALETTI *et al.*, 2002; BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2008). Para os psitacídeos, características como a baixa taxa reprodutiva, pequenas posturas de ovos, a alta mortalidade de juvenis e adultos (reprodutivos e não reprodutivos) devido à predação e a maturidade sexual tardia agravam o efeito desses fatores (GNAM & ROCKWELL, 1991; LINDSEY *et al.*, 1994; WRIGHT *et al.*, 2001; FRANCISCO & MOREIRA, 2012).

Um estudo apresentado por Desenne & Strahl (1991) mostra que cerca de 70% dos psitacídeos na Venezuela sofriam de tráfico e comércio ilegal até

os anos 1990. No Brasil, registros de captura para abastecer o comércio ilegal e de caça para subsistência em áreas carentes são encontrados na Caatinga, Amazônia e Pantanal, o que acarreta o declínio populacional de várias espécies (BIANCHI, 1998).

No Brasil, as espécies de psitacídeos que se encontram ameaçadas são o papagaio-charão (*Amazona pretrei*), o chauá (*Amazona rhodocorytha*), o papagaio-de-peito-roxo (*Amazona vinacea*), a arara-azul-grande (*Anodorhynchus hyacinthinus*), a arara-azul-de-lear (*Anodorhynchus leari*), a jandaia-amarela (*Aratinga solstitialis*), a ararajuba (*Guaruba guarouba*), a maitaca-de-barriga-azul (*Pionus reichenowi*), a tiriba-grande (*Pyrrhura cruentata*), a tiriba-de-peito-cinza (*Pyrrhura griseipectus*), a tiriba-pérola (*Pyrrhura lepida*), a tiriba-de-orelha-branca (*Pyrrhura leucotis*), a tiriba-de-pfimer (*Pyrrhura pfimeri*), a curica-urubu (*Pyrilia vulturina*), o apuim-de-costas-pretas (*Touit melanonotus*) e o apuim-de-cauda-amarela (*Touit surdus*) (IBAMA, 1989; ICMBIO, 2014; IUCN, 2015). A ararinha-azul (*Cyanopsitta spixii*) encontra-se extinta na natureza e a arara-azul-pequena (*Anodorhynchus glaucus*) é considerada criticamente em perigo (CR) pela IUCN, mas totalmente extinta por muitos pesquisadores por não ser avistada na natureza há mais de 80 anos e por não existirem indivíduos em cativeiro (IUCN, 2015; WIKIAVES, 2015a, 2015b). Espécies que antes estavam ameaçadas de extinção, hoje estão na categoria Quase Ameaçadas (NT), como é o caso do papagaio-de-cara-roxa (*Amazona brasiliensis*) e do sabiá-cica (*Triclaria malachitacea*) (ICMBIO, 2015; IUCN, 2015). No caso do papagaio-de-cara-roxa, medidas de conservação, como monitoramento e fornecimento de ninhos artificiais, foram essenciais para essa mudança (ICMBIO, 2015). Para o sabiá-cica, há suspeita de declínio moderadamente rápido devido à perda de hábitat, com alguns projetos de conservação *in situ*, mas precisa-se de maiores medidas para evitar que suas populações voltem a entrar em risco de extinção (BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2013).

A arara-canindé (*Ara ararauna*), encontrada atualmente desde o Panamá até o sudeste do Brasil, apesar de seu *status* ser caracterizado como Pouco Preocupante (LC) pela IUCN (BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2014; IUCN, 2015), é considerada extinta em parte da região sul do Brasil, na Bolívia e no Paraguai (SICK, 1997). Na Venezuela, suas populações entraram em um

declínio drástico, sendo considerada uma espécie com alta prioridade de conservação (DESENNE & STRAHL, 1991). No Brasil, no Estado de São Paulo, a espécie é ameaçada de extinção, sendo enquadrada na categoria criticamente em perigo (CR) (ANTUNES, 2009). No Estado do Paraná, também criticamente em perigo, é raramente encontrada ao longo do vale do Rio Paraná, em parte dos vales dos rios Ivaí e Piquiri e no terço inferior do Rio Iguaçu, em áreas de floresta estacional semidecidual aluvial (IAP, 2006) (discussões sobre a sua distribuição no Estado do Paraná podem ser encontradas em Straube (2010), artigo no qual o autor confirma a presença da espécie, atualmente, ao longo do alto Rio Paraná).

As principais ameaças sofridas pelas araras-canindé são a presença humana nas florestas, os impactos gerados pelas usinas hidrelétricas e o tráfico e comércio ilegal de aves (IAP, 2006). A arara-canindé é uma das espécies mais encontradas em cativeiro (criadouros particulares e residências), entretanto, os dados de comercialização da espécie são escassos e incertos (BIANCHI, 1998).

Estudos sobre a biologia e ecologia de psitacídeos tanto *in situ* (no habitat natural) quanto *ex situ* (fora do habitat natural, ou seja, em cativeiro) tornam-se fundamentais para sua conservação. Desenvolvimento de técnicas de manejo e reprodução em cativeiro, capacitação de tratadores e técnicos, incentivo aos programas de pesquisa e educação ambiental promovem ações e estratégias que podem ser desenvolvidas em criadouros científicos ou comerciais, instituições de pesquisa e zoológicos e auxiliam a conservação de fauna em longo prazo (DIEGUES, 2008; ZACARIOTTI *et al.*, 2013).

2. REVISÃO DE LITERATURA

Questões como bem-estar animal e qualidade de vida têm sido levantadas a respeito da manutenção de animais em cativeiro, pois, quando não são oferecidos recintos e estímulos adequados aos animais, estes podem sofrer com o estresse desencadeado pelo ambiente onde se encontram. Nesta revisão, serão abordados os temas sobre qualidade de vida e estresse em cativeiro, relacionando-os às aves, bem como a importância da avaliação do estresse nesses animais através de métodos não invasivos.

2.1. O bem-estar animal e a qualidade de vida

O bem-estar animal é um tema que vem sendo muito discutido nos últimos anos (FRASER *et al.*, 1997; PIZZUTTO *et al.*, 2009; CZYCHOLL *et al.*, 2015). Inicialmente, o tema era abordado contemplando questões de experimentação animal e de produção comercial e, mais recentemente, animais silvestres presentes em zoológicos (BROOM & MOLENTO, 2004) e criadouros conservacionistas têm sido alvo das discussões. Mas o que é bem-estar animal? A definição desse termo apresenta controvérsias, modificando-se conforme a abordagem apresentada em relação aos diferentes aspectos que o constituem (LESSA, 2014). Podemos dizer que o bem-estar de um indivíduo é o seu estado, em um dado momento, em relação às suas tentativas de adaptar-se ao ambiente em que vive (BROOM, 1986; BROOM & MOLENTO, 2004), permitindo ao animal controlar e manter a estabilidade mental e física (BROOM, 1991).

Três diferentes conceitos podem trazer uma melhor compreensão sobre o bem-estar animal: saúde básica e funcionamento biológico (bem-estar físico, como a ausência de doenças e lesões), vida natural (ter elementos naturais em seu ambiente e a possibilidade de expressar comportamentos normais da espécie), e estado afetivo (emoções positivas e negativas apresentadas pelo animal, como prazer ou dor) (FRASER *et al.*, 1997; FRASER, 2008; CZYCHOLL *et al.*, 2015).

Diversos fatores físicos, químicos ou microbiológicos podem iniciar um desequilíbrio homeostático nos animais, refletindo no bem-estar e na qualidade de vida (FRAJBLAT *et al.*, 2008). Doenças, traumatismos, fome, estimulação, interações sociais, condições de alojamento, tratamento inadequado, manejo, transporte, procedimentos laboratoriais, mutilações, tratamento veterinário ou alterações genéticas geram efeitos sobre o bem-estar dos animais (BROOM & MOLENTO, 2004), que podem interferir negativamente na capacidade de lidar com fatores estressantes aos quais são expostos (BROOM, 1986), levando a uma baixa qualidade de vida.

Considerando essas questões relacionadas ao bem-estar animal, em 1965 foi criado o Relatório Brambell, constituído pelo conceito das Cinco Liberdades, que fornece um conjunto de princípios utilizados para avaliar o grau de bem-estar dos animais (MOLENTO, 2005), sustentada por três eixos principais, representados pela esfera física, comportamental e psicológica (ZUANON & FONSECA, 2014). Os cinco conceitos apresentados são: (1) estar livre de fome, sede e má nutrição; (2) estar livre de desconforto; (3) estar livre de dor, lesões e doenças; (4) estar livre para expressar os padrões normais de comportamento; (5) estar livre de medo e angústia (MOLENTO, 2003; KOSHEN, 2013; ZUANON & FONSECA, 2014).

Os fatores envolvidos em todos esses conceitos não refletem apenas na situação momentânea do indivíduo, mas em toda a vida do animal quando aplicados em longo prazo, mantendo ótimas condições fisiológicas, mentais e físicas durante toda a sua vida, ou seja, alta qualidade de vida. O bem-estar está ligado à produção de animais para o abate e traz à tona tópicos como a rentabilidade para o produtor e as campanhas em defesa dos animais. Animais silvestres mantidos em cativeiro não sofrem com esse processo, mas necessitam de ótimas condições de vida para conseguirem se adaptar a esse ambiente. Portanto, neste trabalho é sugerido o uso do termo “qualidade de vida” em substituição ao termo “bem-estar”, pois aplicar os princípios das Cinco Liberdades é apenas uma das ferramentas para proporcionar uma boa qualidade de vida aos animais silvestres cativos e permitir o aumento da aptidão (sucesso reprodutivo) do animal.

A permanência de animais em cativeiro e a dificuldade de se adaptar a esse tipo de ambiente podem trazer problemas aos mesmos, devido ao

estresse sofrido pelo tamanho inadequado do recinto, ausência de locais para esconderijo, disputa por território e alimento, pela exposição aos visitantes nos zoológicos ou pela falta de recursos que promovam estímulos físicos e mentais aos animais (BUJES & VERRASTRO, 1998; MORGAN & TROMBORG, 2007; BOSSO, 2011; ASSIS, 2013). A questão evolutiva também deve ser levada em consideração, visto que o aprisionamento de animais que tiveram milhões de anos de evolução em seus respectivos ambientes naturais tem implicações negativas sobre as necessidades biológicas (HASHIMOTO, 2008).

Indicativos de baixo grau de bem-estar são: presença de lesões, doenças, má nutrição, desidratação, desenvolvimento de deformidades físicas, atrofia muscular, presença de comportamentos incomuns (também chamados de comportamentos anormais), baixa expectativa de vida, baixo sucesso reprodutivo, imunossupressão, sinais clínicos associados a altos níveis de corticoides e estresse, que podem levar à morte (DAWKINS, 1998; BROOM & MOLENTI, 2004). Apesar do frequente uso do termo “comportamento anormal” na literatura, neste trabalho está sendo proposto o uso do termo “comportamento incomum”, já que um comportamento pode ser normal para determinado indivíduo dentro do contexto em que ele vive, muitas vezes sendo importante para o alívio do estresse e tensão. Comportamentos incomuns serão denominados, portanto, como comportamentos apresentados por uma determinada espécie animal no cativeiro que não são expressos em vida livre.

Controvérsias também têm sido encontradas na definição do termo “estresse”. Alguns autores sugerem que o estresse pode ser definido como uma interrupção da homeostase ou uma ameaça ao bem-estar do indivíduo provocada por alterações adversas e imprevisíveis das condições ambientais em curto ou em longo prazo, envolvendo uma resposta fisiológica composta de um eficiente sistema de bloqueio que objetiva manter a integridade fisiológica do organismo (BUCHANAN, 2000; ULRICH-LAI & HERMAN, 2009). Esse mecanismo de defesa utiliza as vias neuroendócrinas (BOERE, 2002) que, se continuamente estimuladas, geram um processo que pode prejudicar as funções orgânicas e comprometer o bem-estar animal (POPP, 2006) e a qualidade de vida.

Já os autores McEwen & Wingfield (2003) propuseram, em substituição ao termo “estresse”, a utilização dos termos “alostase” (manutenção da

homeostase frente às mudanças sofridas pelo animal), “carga alostática” (quantidade de trabalho para realização de atividades diárias e sazonais que um organismo pode suportar) e “sobrecarga alostática” (estado em que as necessidades do animal excedem a capacidade de supri-las, não conseguindo lidar com as exigências do ambiente, ou quando o animal armazena mais energia do que o necessário, gerando desequilíbrio metabólico). Essa substituição se deve ao fato do animal sempre se encontrar em um estado não estático, em um ambiente que não oferece homeostase constante, onde o estresse está sempre presente no dia-a-dia, como a busca pelo alimento, fuga de predadores, defesa de território, atividade reprodutiva, entre outros. Isso significa que o equilíbrio é mantido de forma dinâmica, chamado de homeocinese.

Outros autores preferem utilizar os termos “estressor” (estímulo nocivo) e “resposta ao estresse” (superestimulação em longo prazo de respostas de enfrentamento ao estresse) para explicar os processos envolvidos na perturbação da homeostase (ROMERO, 2004; WIKELSKI & COOKE, 2006), refletindo na falta de consenso entre os pesquisadores. Outra sugestão é o uso do termo “distresse” para se referir ao estado biológico apresentado pelo animal quando há um efeito deletério agindo sobre o mesmo, afetando negativamente o bem-estar animal, também chamado de “estresse negativo”, enquanto o termo “estresse” é usado para se referir à resposta a um fator não nocivo, desencadeada quando o indivíduo percebe uma ameaça à homeostase, chamado de “estresse positivo” (MOBERG, 2000).

O estresse pode ser agudo ou crônico. O estresse agudo envolve o sistema nervoso autônomo (SNA), dividido em simpático e parassimpático, sendo o responsável pela resposta imediata ao agente estressor através das catecolaminas. Esse sistema provoca aumento na frequência cardíaca e respiratória e na pressão arterial através da liberação de adrenalina e noradrenalina, enquanto o estresse crônico estimula durante um período maior o eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (HPA), causando elevação de glicocorticoides no plasma sanguíneo e resultando em respostas de longa duração (ULRICH-LAI & HERMAN, 2009).

O estresse crônico pode ser altamente destrutivo em condições de cativeiro (ARENA & WARWICK, 1995), causando alterações negativas no

sistema imune (aumentando a chance de adquirir doenças), no reparo dos tecidos e na função vascular, aumentando as concentrações de glicose sanguínea, provocando o catabolismo proteico, inibindo o crescimento e a reprodução, e causando mudanças comportamentais (WINGFIELD *et al.*, 1998; MOBERG, 2000; WINGFIELD & SAPOLSKY, 2003; ROMERO, 2004; TOUMA & PALME, 2005).

Comportamentos incomuns como estereotipias, automutilação, bicar de penas, bicar grades e paredes, ou comportamento excessivamente agressivo são indicadores de baixo grau de bem-estar (BROOM & MOLENTI, 2004) e, consequentemente, de baixa qualidade de vida das aves. O comportamento estereotipado é uma sequência de movimentos invariáveis na forma e repetidos regularmente, ocorrendo fora do contexto de comportamentos naturais dos indivíduos de uma espécie (KEIPER, 1969; BROOM, 1988). Alguns trabalhos têm sugerido que esses comportamentos auxiliam os animais a lidarem com ambientes estressantes (MASON, 1991). Exemplos de estereotipias em aves são os comportamentos de movimentar a cabeça de um lado para o outro constantemente e andar de um lado para o outro (MASON & RUSHEN, 2006).

As estereotipias, além de indicar baixo grau de bem-estar e de qualidade de vida, podem comprometer o papel educacional que zoológicos e outras instituições que mantêm animais em cativeiro exercem sobre a população, pois esses comportamentos não representam o comportamento natural dos animais e são percebidos negativamente pelos visitantes (SWAISGOOD & SHEPHERDSON, 2006).

Em condições desfavoráveis, os organismos utilizam diversos métodos para lidar com as adversidades ao qual estão expostos e, no caso de insucesso, seus efeitos podem ser mensurados (BROOM, 1988). Para monitorar o bem-estar animal, pode-se utilizar a avaliação dos comportamentos, a fisiologia, a atividade cerebral, o sistema imune, a saúde e a expectativa de vida (SILVESTRE, 2014). Nos próximos tópicos, será abordado o monitoramento do bem-estar através da fisiopatologia, na qual o sistema neuroendócrino tem fornecido muitas informações a respeito do estresse, e através do comportamento, considerado, segundo Mench (1998), a “primeira linha de defesa” do animal em resposta à mudança ambiental.

2.2. O eixo hipotalâmico-hipofisário-adrenal

De arquitetura semelhante em mamíferos e aves, o eixo hipotalâmico-hipofisário-adrenal (HPA, em inglês *hypothalamic–pituitary–adrenal axis*) desempenha um papel importante na resposta ao estresse (ROMERO *et al.*, 1998a; ROMERO *et al.*, 1998b; MATTERI *et al.*, 2000).

O hipotálamo é responsável pela integração da informação sensorial de outros centros cerebrais, participando do controle homeostático e da liberação de hormônios pela hipófise, principalmente o hormônio liberador de corticotrofina (CRH). A hipófise (ou glândula pituitária) possui uma porção neural, a neuro-hipófise, e uma porção endócrina, a adeno-hipófise (WITHERS, 1992). Dentre os diversos hormônios secretados pela adeno-hipófise se encontra o hormônio adrenocorticotrófico (ACTH), estimulado pelo CRH.

O ACTH é uma melanocorticotrofina, derivada de uma glicoproteína, que regula a síntese e a liberação de corticosteroides (glicocorticoides e mineralocorticoides) pela glândula adrenal. O ACTH mantém níveis basais de corticosteroides em todos os vertebrados, principalmente cortisol nos peixes, corticosterona nos anfíbios, nos répteis e nas aves, e cortisol, cortisona e corticosterona nos mamíferos (WITHERS, 1992; ROMERO, 2004; ROMERO & BUTLER, 2007).

Em níveis normais, os glicocorticoides atuam no metabolismo, mantendo a homeostase, no desenvolvimento dos organismos através do controle da gliconeogênese, da lipólise, da degradação de proteínas, da diferenciação da retina, da produção de surfactante pulmonar e promovem o descanso noturno ao poupar energia através da redução de consumo de oxigênio e a recuperação após a interrupção de perturbações (WITHERS, 1992; WINGFIELD *et al.*, 1998; MATTERI *et al.*, 2000; ROMERO & BUTLER, 2007). Além disso, esses hormônios atuam no controle da excitabilidade de redes de neurônios envolvidos na aprendizagem e memória (KLOET *et al.*, 1999) e na regulação da maturação, diferenciação e proliferação de todas as células do sistema imune, reduzindo a quantidade dessas células uma vez que a infecção é controlada (MARTIN, 2009).

Em resposta às condições adversas, o eixo HPA é ativado e as glândulas adrenais são, então, estimuladas, secretando altos níveis de

glicocorticoides (WHITTEN *et al.*, 1998; BUCHANAN, 2000; MÖSTL & PALME, 2002). Esse aumento no nível de corticosterona está entre os primeiros mecanismos endócrinos de defesa do organismo contra as condições de estresse (MÖSTL & PALME, 2002), oferecendo informações importantes a respeito da qualidade de vida do animal (WHITTEN *et al.*, 1998).

Em situações onde há resposta imediata ao estresse (estresse agudo), os glicocorticoides auxiliam na redução dos processos digestivos, na vasoconstrição periférica, na estimulação da gliconeogênese e na mobilização do estoque energético (BUCHANAN, 2000; SAPOLSKY *et al.*, 2000; PARTECKE *et al.*, 2006). Essas mudanças fisiológicas, juntamente com as mudanças comportamentais, auxiliam na habilidade do organismo para adaptar-se aos agentes estressores, promovendo o aumento das chances de sobrevivência (CHARMANDARI *et al.*, 2005).

Durante o estresse crônico, os altos níveis de glicocorticoides podem causar disfunções no organismo como, por exemplo, imunossupressão, com inibição da atividade dos macrófagos, do desenvolvimento e diferenciação das células T (importantes na resposta mediada por células), da produção de anticorpos (BUCHANAN, 2000) e da produção, liberação e atividade de citocinas e outros mediadores envolvidos na resposta imune (SAPOLSKY *et al.*, 2000), aumentando a suscetibilidade a infecções (MATTERI *et al.*, 2000). Flutuações das condições ambientais e a permanência em cativeiro podem reduzir a resposta imune devido ao estresse crônico sofrido pelos animais (MARTIN, 2009).

Altos níveis de glicocorticoides afetam o hipocampo, região do cérebro cujos neurônios possuem dois tipos de receptores aos quais esses hormônios conseguem se ligar: receptores mineralocorticoides e receptores glicocorticoides (KIM & YOON, 1998; KLOET *et al.*, 1999). Estudos com diversos animais, como aves, peixes, roedores e formigas, mostram que o hipocampo é responsável pela cognição espacial, forrageio, armazenamento de alimento, migração, territorialismo e escolha de parceiros (HEALY & BRAITHWAITE, 2000), e essas atividades podem sofrer alta interferência dos glicocorticoides devido a sua capacidade de ligação aos dois receptores presentes na região (BUCHANAN, 2000).

A vulnerabilidade a danos que os neurônios possuem através de diversas rotas associadas ao estresse tornam as características cognitivas muito suscetíveis a esse tipo de perturbação (BUCHANAN, 2000). Cognição espacial, aprendizagem vocal, características da personalidade e outros comportamentos podem ser afetados negativamente de forma simultânea por condições ambientais de estresse em qualquer etapa do desenvolvimento neural das aves devido a essa vulnerabilidade (FARREL *et al.*, 2015).

Em relação à reprodução, o estresse crônico provoca a liberação de grande concentração de CRH, que inibe a liberação do hormônio liberador de gonadotropinas (GnRH), o que causa redução nos níveis de hormônios sexuais (CARLSTEAD & SHEPHERDSON, 1994; SAPOLSKY *et al.*, 2000). O CRH também estimula o ACTH, aumentando a concentração de corticosterona no organismo, com efeitos negativos sobre a reprodução das aves.

Chaturvedi & Suresh (1990) verificaram em machos de *Emberiza bruniceps* (*Red-headed bunting*, sem tradução para o português), ave canora granívora da família Emberizidae, que altos níveis de corticosterona na fase preparatória do ciclo reprodutivo causam redução de volume e peso dos testículos, redução do diâmetro dos túbulos seminíferos e, conseqüentemente, redução do número de espermatozônias, o que pode levar ao insucesso reprodutivo. Inibição da atividade e crescimento testicular devido às altas concentrações de corticosterona também foi verificada em perdizes-da-Virgínia por Cain & Lien (1985) e em pardais-monteses por Wilson & Follett (1976). Cain & Lien (1985) ainda verificaram a inibição da atividade e crescimento de ovários e ovidutos durante o período reprodutivo e da produção de ovos.

Além da inibição da secreção de hormônios sexuais e da redução ou inibição da atividade e do crescimento gonadal, altas concentrações de corticosterona resultam no abandono de ninhos e territórios, reduzindo o sucesso reprodutivo (WINGFIELD & ROMERO, 2001).

O estresse crônico também afeta a qualidade das penas: as aves podem apresentar penas opacas, pálidas, sem brilho, quebradiças, com aparência desorganizada, com linhas de estresse e problemas no crescimento, fatores que prejudicam a reprodução devido a não aceitação por parte de parceiros (JIMENEZ, 2008).

Outros estudos com aves mostram os efeitos negativos da transferência de corticosterona materna para os ovos, muitas vezes associados às más condições ambientais (para revisão, ver HENRIKSEN *et al.*, 2011 e HAUSSMANN *et al.*, 2012). Em um estudo realizado por Costa *et al.* (2016) com emas (*Rhea americana*), verificou-se que a concentração de corticosterona em ovos de aves mantidas em um sistema intensivo de criação foi significativamente maior que em ovos de aves mantidas em um sistema semiextensivo de criação, indicando que o sistema intensivo é mais estressante para as aves. A presença de altas concentrações de corticosterona no ovo pode levar à mortalidade de embriões, à redução de massa e lento desenvolvimento de embriões e filhotes, à redução da resposta imune, e a alterações comportamentais em filhotes relacionados à comunicação com os pais (ERIKSEN *et al.*, 2003; HAYWARD & WINGFIELD, 2004; RUBOLINI *et al.*, 2005; SAINO *et al.*, 2005), influenciando negativamente na capacidade de forrageio, na condição fisiológica na vida adulta e no recrutamento para reprodução (WALKER *et al.*, 2005).

Para auxiliar na compreensão dos fatores causadores de estresse em cativeiro, é possível avaliar as concentrações dos hormônios relacionados a esse processo, como será discutido no próximo tópico.

2.3. Métodos de dosagem hormonal

A avaliação do estresse devido aos efeitos negativos nos animais tem sido de grande interesse para conservacionistas, auxiliando na avaliação de manejos desenvolvidos para animais que vivem em cativeiro. A quantificação da resposta adrenal ao estresse pode ser determinada através da concentração do hormônio plasmático e de seus metabólitos presentes em saliva, urina e fezes (WHITTEN *et al.*, 1998; POPP, 2006) e, no caso das aves, as penas também podem ser utilizadas para a avaliação da deposição de corticosterona (BORTOLOTTI *et al.*, 2008; STRONG *et al.*, 2015).

Em relação à dosagem utilizando o plasma sanguíneo, é necessária a contenção e anestesia do animal para realizar a coleta do sangue, sendo um método invasivo (WHITTEN *et al.*, 1998). A manipulação das aves para a

coleta causa uma rápida e dramática elevação nos níveis de corticosterona (GRATTO-TREVOR *et al.*, 1991), interferindo nos resultados com a elevação do hormônio consequente à contenção, além da avaliação sanguínea não representar os níveis hormonais ao longo do tempo (MÖSTL & PALME, 2002). Outro fator negativo do estudo dos níveis hormonais plasmáticos é que, em animais selvagens, a coleta de várias amostras de sangue nem sempre é possível (SCHWARZENBERGER *et al.*, 1996).

Métodos não invasivos têm a vantagem da simplicidade de coleta, na qual não há manipulação do animal, não apresentando a influência de variáveis que alteram os resultados, sendo obtidas sem incômodo ao animal, sem interferir no seu comportamento natural e sem colocá-lo em perigo durante a captura (WASSER *et al.*, 2000; MÖSTL & PALME, 2002; DENHARD *et al.*, 2003; PALME *et al.*, 2005; CHELINI *et al.*, 2006; SCHWARZENBERGER, 2007, GOYMANN, 2012). Além disso, o uso de métodos não invasivos apresenta-se como uma alternativa eficaz por permitir a coleta de grande quantidade de amostras (SCHWARZENBERGER *et al.*, 1996).

Penas são relativamente fáceis de serem coletadas e não necessitam de condições especiais de armazenamento e transporte para manter a viabilidade da corticosterona (STRONG *et al.*, 2015), ao contrário das excretas, que devem ser congeladas imediatamente após a coleta para evitar mudanças na concentração dos metabólitos pela ação bacteriana (MÖSTL & PALME, 2002). Sendo assim, análises das penas podem ser realizadas a partir de aves tombadas em museus; entretanto, a deposição do hormônio ocorre apenas durante o crescimento da pena, limitando o período de estudo (STRONG *et al.*, 2015).

Os estudos utilizando as penas como método não invasivo para verificar níveis de corticosterona são recentes, com o primeiro trabalho publicado em 2008 por Bortolotti *et al.* Dentre as pesquisas desenvolvidas com corticosterona presentes em penas encontram-se investigações a respeito da influência da variação de resposta a eventos da história de vida, da competição entre irmãos, da sobrevivência durante hibernação, dos períodos de escassez de alimento, do investimento reprodutivo, de condições ambientais e de exposição a poluentes (STRONG *et al.*, 2015).

Além da corticosterona, o cortisol também está presente nas penas, e as concentrações desses dois hormônios indicam sobrevivência ou não das aves a períodos críticos da vida: alta demanda energética no período reprodutivo e no inverno, e processo de muda. Em pardais, baixas concentrações foram encontradas nas penas das aves sobreviventes a esses processos e altas concentrações foram encontradas nas penas das aves não sobreviventes (KOREN *et al.*, 2011).

A metabolização dos glicocorticoides ocorre nos rins, via na qual os metabólitos são excretados na urina, e no fígado, via na qual os metabólitos, através da bile, são levados até o intestino e excretados através das fezes (MÖSTL & PALME, 2002; PALME *et al.*, 2005; TOUMA & PALME, 2005).

Em contraste ao período prolongado de deposição de corticosterona nas penas, a utilização de excretas permite o monitoramento contínuo e a avaliação diária das mudanças hormonais relacionadas ao estresse (estudos tanto em curto quanto em longo prazo), diferentemente das penas, as quais fornecem informações sobre a história pregressa da atividade adrenal. Além disso, fornecem uma visão geral do estresse no indivíduo estudado, sendo uma avaliação mais representativa da atividade adrenal, já que as amostras de excretas apresentam um acúmulo da secreção dos metabólitos hormonais em um determinado período de tempo (WHITTEN *et al.*, 1998; MÖSTL & PALME, 2002; YOUNG *et al.*, 2004; TOUMA & PALME, 2005). Devido a esse acúmulo, os esteroides apresentam-se em grandes concentrações nas fezes, sendo raramente necessária a coleta de amostras maiores que 1 g para realizar a análise. Para avaliar o nível basal de estresse usando corticosterona presente em excretas, não é necessária a coleta de várias amostras por indivíduo; entretanto, para avaliar a atividade adrenal diária e relacionar com atividades comportamentais dos indivíduos, é necessário coletar amostras com maior frequência (WHITTEN *et al.*, 1998).

Outro fator positivo do uso de excretas é a correlação entre os níveis de corticosterona no plasma sanguíneo e os níveis de metabólitos do hormônio presente nas excretas. Denhard *et al.* (2003), através da aplicação de ACTH em galinhas (*Gallus gallus domesticus*), verificaram que as concentrações dos metabólitos fecais refletem a dinâmica das concentrações do hormônio ativo no plasma após um período de $3,5 \pm 1,1$ horas, mostrando a eficiência da

avaliação dos níveis hormonais através de um método não invasivo. Esse tempo de atraso entre os eventos ocorridos no plasma e a detecção dos mesmos nas excretas ocorre por causa da conjugação dos glicocorticoides pelo fígado, da excreção na bile e da sua passagem pelo intestino (WASHBURN *et al.*, 2003), variando com a dieta e metabolismo do animal e a espécie estudada (KLASING, 2005; TOUMA & PALME, 2005).

Já em relação à comparação entre concentrações de corticosterona em fezes e penas é preciso muito cuidado. Berkvens (2012) mostrou que, apesar da alta eficiência da dosagem hormonal através das penas, não houve correlação com as concentrações nas excretas. Segundo a autora, diversos fatores podem ter influenciado nos resultados: (i) as concentrações de corticosterona nas penas representam os níveis sistêmicos crônicos de corticosterona circulante depositada nas penas, enquanto nas excretas estão presentes apenas os metabólitos do hormônio; (ii) a alta eficiência da extração hormonal nas penas e a baixa eficiência da extração dos metabólitos nas excretas; (iii) não foi realizada a individualização das amostras fecais, o que não permitiu a comparação individual entre as concentrações das excretas e das penas.

Desta maneira, métodos não invasivos para avaliação dos metabólitos relacionados ao estresse são ferramentas importantes nos estudos sobre o bem-estar, saúde e qualidade de vida do animal, fisiologia reprodutiva, pesquisas biomédicas, manejo de animais selvagens, biologia da conservação e ecologia comportamental (MÖSTL & PALME, 2002; TOUMA *et al.*, 2003; TOUMA & PALME, 2005).

Técnicas como o radioimunoensaio (RIA), o qual utiliza antígenos ou anticorpos marcados radioativamente, o enzimoimunoensaio (EIA), o qual utiliza antígenos ou anticorpos marcados com uma enzima, e a cromatografia líquida de alto desempenho (HPLC) têm sido muito utilizadas para avaliar a atividade adrenal. Geralmente, são utilizados ensaios grupo-específicos, empregando-se anticorpos que possuem afinidade por vários metabólitos, já que são excretados os produtos da metabolização dos hormônios no fígado, ou seja, diversos metabólitos com diferentes estruturas e polaridades, não sua forma original (PALME, 2005; PALME *et al.*, 2013; FUJIHARA *et al.*, 2014).

É importante enfatizar que essas técnicas são espécie-específicas, sendo necessária a validação dos métodos para cada espécie estudada (WHITTEN *et al.*, 1998; WASSER *et al.*, 2000; GOYMANN, 2005; MÖSTL *et al.*, 2005; TOUMA & PALME, 2005; SCHWARZENBERGER, 2007; PALME *et al.*, 2013). A validação pode ser realizada através de desafio com ACTH, no qual a atividade adrenal é avaliada após administração de ACTH ou análogo no animal, o que provoca um aumento nos níveis de glicocorticoide plasmático, refletindo no aumento da concentração de metabólitos nas excretas. Outro método é através do paralelismo, onde é realizada a diluição seriada do extrato, gerando uma curva que será comparada à curva padrão do ensaio utilizado (KEAY *et al.*, 2006). Além da validação do ensaio, o protocolo de extração dos metabólitos hormonais também deve ser validado (PALME *et al.*, 2013).

Em relação aos imunoensaios, o EIA possui vantagens sobre o RIA por não ser isotópico, evitando problemas associados com o uso e eliminação de radioatividade, tem um custo menor e não necessita de licença para o seu uso, sendo estes fatores que mais se adéquam à realidade de laboratórios e zoológicos (YOUNG *et al.*, 2004; HODGES *et al.*, 2010). Entretanto, o RIA continua sendo usado em muitos trabalhos, pois, muitas vezes, a validação desse método já foi estabelecida para as espécies que estão sendo estudadas e os laboratórios já possuem os equipamentos configurados para a realização do mesmo (NINNES, 2008).

O desenvolvimento de técnicas de avaliação hormonal permite que os dados comportamentais sejam complementados e correlacionados com mecanismos fisiológicos. Isso traz à literatura novas informações sobre diversas espécies, os custos e benefícios de estratégias comportamentais e suas regulações endócrinas e avaliação da eficiência de enriquecimentos ambientais (PIZZUTTO *et al.*, 2009).

2.4. Comportamento e enriquecimento ambiental

O comportamento pode ser definido como o conjunto de ações de um animal para interagir, responder e controlar o ambiente em que vive (MENCH,

1998). De maneira mais simples, é tudo o que o animal faz, envolvendo ou não movimentações ou deslocamentos (DEL-CLARO, 2010).

Por desempenhar um papel fundamental nas adaptações das funções biológicas, o comportamento tem sido alvo de diversas pesquisas, as quais permitem obter informações relevantes para o manejo, preservação e conservação de espécies ameaçadas, criação, reprodução e qualidade de vida em cativeiro e educação de futuros cientistas (SNOWDON, 1999). Portanto, a análise comportamental é uma ferramenta importante no manejo de animais em cativeiro, pois contribui para uma avaliação dos padrões e respostas comportamentais do animal, permitindo a elaboração de um manejo adequado à espécie estudada (PEREIRA-JR *et al.*, 2013), além de também ser um método não invasivo.

Animais cativos são geralmente mantidos com uma limitação de espaço e recursos a serem utilizados na sua rotina (PIMENTA *et al.*, 2009). Segundo McPhee & Carlstead (2010), a resposta a esse ambiente diferente do qual evoluíram ocorre em três níveis: (1) mudança de comportamento para atender uma necessidade específica imediata, como se adaptar ao horário de alimentação ou aos indivíduos que compõem o recinto; (2) alterações na aprendizagem e na resposta a eventos futuros devido à influência do ambiente restrito no desenvolvimento do animal; (3) distribuição das características desenvolvidas no cativeiro às próximas gerações. O comportamento natural (aquele encontrado em condições de vida livre) permite às aves a manutenção da homeostase, mas quando elas passam a viver em cativeiro, a falta de estímulo sensorial, de desafios e de oportunidade de expressar comportamentos apropriados, mais a frustração vivenciada nesse ambiente e a perturbação da homeostase desencadeiam comportamentos estereotipados (GARNER *et al.*, 2003; SWAISGOOD & SHEPHERDSON, 2006; PIMENTA *et al.*, 2009; ECHOLS, 2010).

Visando a qualidade de vida, o enriquecimento ambiental torna-se um aliado na redução do estresse negativo em animais cativos. Constituído-se de métodos e procedimentos que modificam o ambiente físico ou social do recinto (BOERE, 2001), oferecem oportunidades de esconderijo, socialização, exercício físico e ocupação de tempo (RUPLEY & SIMONE-FREILICHER, 2015), e exercem um papel fundamental na estimulação sensorial, cognitiva e

motora desde o nascimento até a senescência (NITHIANANTHARAJAH & HANNAN, 2006), refletindo na mudança comportamental dos animais.

Baseados nos trabalhos analisados em sua revisão de literatura, Swaisgood & Shepherdson (2006) apresentaram as seguintes estratégias para redução da estereotipia: promover em cativeiro fatores ambientais encontrados na natureza que são importantes para os animais, aumentar a complexidade física do ambiente de cativeiro, aumentar os estímulos sensoriais, oferecer estímulos motivacionais, oferecer opções para enfrentar o estresse e oferecer enriquecimentos que permitam ao animal controlar esses itens.

Segundo Bloomsmith *et al.* (1991), há cinco grandes grupos de técnicas de enriquecimento ambiental: (i) social – socialização intraespecífica ou interespecífica, podendo haver o contato direto com outros animais ou sem o contato através de visualização do animal, audição e olfação; (ii) físico – tamanho e complexidade do cativeiro, introdução de acessórios, brinquedos, itens semelhantes ao habitat natural; (iii) alimentar – itens que possibilitem a exploração do recinto, que sejam novidade na dieta e sejam de grande variedade; (iv) ocupacional – psicológico (quebra-cabeça, itens de manipulação, controle do ambiente) e exercício físico; (v) sensorial - estimulação dos cinco sentidos.

Quando pensamos em aves, enriquecimentos ambientais muito utilizados são os nutricionais, físicos e ocupacionais. Enriquecimentos sensoriais geralmente estão ligados a estímulos visuais devido à visão tricromática, mas Robbins & Margulis (2016) mostraram em seu estudo com turacos-de-ross (*Musophaga rossae*), rabos-de-junco-de-peito-barrado (*Colius striatus*) e melros *superbus* (*Lamprotornis superbus*) que o uso de diferentes estilos musicais como estímulo auditivo provoca mudanças no repertório comportamental das aves, estimulando a vocalização e a atividade.

Ao oferecer itens de enriquecimento ambiental, alguns cuidados devem ser tomados: os itens não podem contribuir para a fuga do animal do recinto, não devem provocar ferimentos, devem ser oferecidos em quantidades suficientes para todos os indivíduos para evitar conflitos, devem envolver materiais atóxicos e não devem permanecer no recinto por muito tempo, mantendo-se o caráter de novidade para o animal (MILITÃO, 2008). Em relação aos enriquecimentos sensoriais auditivos, é necessário escolher

cuidadosamente o estímulo apropriado para cada espécie de ave, avaliando-se os seus efeitos sobre o comportamento (ROBBINS & MARGULIS, 2016).

Até 1993, a maioria dos trabalhos realizados em torno dos comportamentos estereotipados era focada em animais de fazendas ou em estereotipias induzidas em roedores em laboratório (MASON & RUSHEN, 2006). Estudos em zoológicos, quando realizados, eram direcionados aos mamíferos (a maioria com primatas e carnívoros) e raramente praticados com aves, apesar da manifestação em cativeiro de comportamentos não encontrados na natureza (KING, 1993). Com o objetivo de promover a qualidade de vida em cativeiro e procurando entender e reduzir os comportamentos não encontrados na natureza, os trabalhos em zoológicos começaram a crescer (MASON & RUSHEN, 2006), porém, ainda há escassez de trabalhos realizados com aves nessa área. Em um recente estudo realizado por Alligood & Leighty (2015), uma análise de trabalhos científicos sobre enriquecimento ambiental publicados entre 2002 e 2014 revelou que a maior parte dos estudos é realizada com mamíferos (90%), enquanto 7% dos trabalhos contêm espécies de aves e 7% contêm espécies de répteis e anfíbios. Mesmo quando as autoras analisaram os trabalhos do Fórum de Tratadores de Animais (*Animal Keepers' Forum* - AKF), a revista profissional oficial da Associação Americana de Tratadores de Animais (*American Association of Zoo Keepers*), porém, uma revista não científica, 89% dos artigos abrangem estudos com mamíferos, enquanto apenas 18% incluem aves.

Dentre os trabalhos desenvolvidos com roedores em laboratório, tem sido demonstrada a influência positiva do enriquecimento ambiental na redução de comportamentos incomuns ou indesejados desenvolvidos no alojamento padrão no qual os animais são mantidos e na melhora da função cognitiva (Quadro 1). Apesar de esses resultados serem verificados em roedores, essa influência positiva pode ser encontrada em outros grupos de tetrápodes, como as aves, devido à alta capacidade de resposta a novos estímulos.

Pesquisas com roedores em laboratório têm mostrado redução de comportamentos incomuns e melhora da atividade cognitiva através do enriquecimento ambiental. Dentre os estudos podemos citar os seguintes resultados:

- Redução da ansiedade em ratos jovens (BENAROYA-MILSHTEIN *et al.*, 2004), da ansiedade e deambulação em ratos adultos (GOES *et al.*, 2015) e da ansiedade e depressão em arganazes-do-campo (*Microtus ochrogaster*) socialmente isolados (GRIPPO *et al.*, 2014);
- Ação positiva do enriquecimento ambiental associado ao exercício físico sobre a neurogênese e a função sináptica, levando a alterações na rede neuronal do hipocampo, melhorando a cognição e memória (ECKERT & ABRAHAM, 2013);
- Aumento do número de espinhos dendríticos em neurônios do córtex somatossensorial tanto em ratos jovens quanto adultos, o que aumenta a conectividade das redes neuronais, melhorando a cognição (JUNG & HERMS, 2014);
- Proteção de neurônios e preservação da capacidade de adquirir e recuperar a memória espacial recente durante a degradação neuronal associada ao envelhecimento (HARATI *et al.*, 2013);
- Conservação do alto desempenho da memória espacial por um longo prazo (SOARES *et al.*, 2015);
- Aumento da espessura do córtex cerebral (DIAMOND *et al.*, 1967; 1972);
- Aumento da estimulação sensório-perceptiva no córtex visual e no hipocampo em ratos jovens (TORASDOTTER *et al.*, 1998) e o aumento de vesículas com neuropeptídeos utilizados nas sinapses no giro denteado (REICHMANN *et al.*, 2015), com consequente melhoria dos processos de aprendizagem e memória;
- Aumento das sinapses no córtex visual e persistência dessas mudanças por um período de um mês após a retirada do enriquecimento (BRIONES *et al.*, 2004);
- Aumento do número de dendritos em ratos jovens (LEGGIO *et al.*, 2005) e do volume cerebral em ratos adultos (SCHOLZ *et al.*, 2015) em áreas envolvidas na função sensório-motora, navegação espacial, e aprendizagem e memória.

Alterações estruturais e funcionais no cérebro, como a modificação da transmissão sináptica, o aumento da sinalização entre os conjuntos neuronais e o fortalecimento dos circuitos neuronais provocadas pelo enriquecimento ambiental influenciam na sua plasticidade (NITHIANANTHARAJAH & HANNAN, 2006). Essa plasticidade é encontrada tanto em animais jovens quanto adultos, como mostrado pelos trabalhos citados, ou seja, o órgão possui a capacidade de neurogênese mesmo após sua completa formação, permitindo que os enriquecimentos ambientais tornem-se benéficos para animais de diferentes idades.

Todos esses resultados contribuem para o bom funcionamento do organismo e aumento da qualidade de vida, permitindo que os animais tenham uma resposta adequada a eventos estressantes, reduzindo a expressão de comportamentos incomuns.

Quadro 1. Influência do enriquecimento ambiental no comportamento e cognição de roedores de laboratório.

Estudos com peixes também têm demonstrado melhora da aprendizagem e memória através do enriquecimento ambiental, como verificado em trutas-arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) por Bergendahl *et al.* (2016). Já em aves, apesar da escassez de estudos, alguns trabalhos verificaram neurogênese em indivíduos adultos cativos, mostrando que ausência ou presença de oportunidades de realizar determinados comportamentos afetam a neurogênese e, conseqüentemente, a memória e o aprendizado. Em um estudo com pássaros da espécie *Poecile gambeli* (*mountain chickadee*, sem tradução para o português) mantidos em cativeiro, LaDage *et al.* (2010) constataram que as aves que tiveram oportunidade de esconder o alimento e recuperá-lo posteriormente (comportamento natural da espécie, onde a memória e o aprendizado são estimulados), apresentaram maior neurogênese em relação às aves sem essa oportunidade. Melleu *et al.* (2015) verificaram que a oportunidade de interagir com itens de enriquecimento ambiental em pombos-domésticos (*Columba livia*) aumentou o número de neurônios no hipocampo, o que corrobora a ideia de que a neurogênese pode ocorrer em aves adultas, mostrando a plasticidade do órgão, importante para a memória e aprendizagem durante essa fase da vida.

As aves, principalmente os psitacídeos, possuem alta capacidade cognitiva, e necessitam de estímulos para manter o bom funcionamento das funções nervosas. Estudos com papagaios-cinzentos (*Psittacus erithacus*) mostram que a capacidade cognitiva dessas aves é comparável à de mamíferos marinhos e humanos jovens, e que a competência comunicativa se equivale à de muitos primatas devido à semelhança na estrutura cerebral e no processamento de informações, apesar da distância filogenética entre esses grupos (PEPPERBERG, 2006). Devido a essa característica, os psitacídeos podem ser mais suscetíveis ao desenvolvimento de respostas comportamentais diferentes no ambiente de cativeiro que não possui estímulos suficientes para que a cognição seja devidamente exercitada (ENGEBRETSON, 2006).

Além de estimular a neurogênese, estudos têm mostrado que o enriquecimento ambiental traz outros benefícios às aves cativas garantindo a manutenção da qualidade de vida ao agir na redução de comportamentos estereotipados (DIAS *et al.*, 2010), no estímulo de forrageio e exploração e

aumento da atividade (VAN HOEK & KING, 1997; PIMENTA *et al.*, 2009; ANDRADE & AZEVEDO, 2011; GREJIANIN, 2011), na redução da ociosidade (JIMENEZ, 2008; DIAS *et al.*, 2010; SILVA *et al.*, 2010; SANTOS *et al.*, 2011; ASSIS, 2013), na diminuição do peso corporal (JIMENEZ, 2008), na redução da manutenção da plumagem e do arrancamento de penas (VAN HOEK & KING, 1997; MEEHAN *et al.*, 2003; LUMEIJ & HOMMERS, 2008; SANTOS *et al.*, 2011; TELLES *et al.*, 2015).

Ambientes mais complexos e estimulantes influenciam positivamente na habilidade das aves em se adaptar a novas situações, reduzindo-se o medo e o estresse, como verificado em galos-domésticos (*Gallus gallus domesticus*) por Brantsæter *et al.* (2016), pois permitem que elas apresentem diferenças significativas na aprendizagem e cognição. Além disso, promover condições que atendam às necessidades psicológicas contribui positivamente para o sucesso reprodutivo ao otimizar o potencial reprodutivo em cativeiro, auxiliando os programas de conservação e reintrodução. O sucesso reprodutivo é dependente de alta qualidade de vida, e a reprodução em cativeiro permite a reintrodução de animais ao seu habitat natural, principalmente de espécies ameaçadas de extinção (CARLSTEAD & SHEPHERDSON, 1994; SWAISGOOD & SHEPHERDSON, 2006; MOREIRA *et al.*, 2007), além de aumentar a chance de sobrevivência após a soltura (YOUNG, 2003 *apud* ANDRADE & AZEVEDO, 2011) e, no caso da criação comercial legal, contribuir no combate ao tráfico de animais silvestres (FRANCISCO *et al.*, 2014), tornando-se uma ferramenta importante para a conservação.

Além de melhorar a qualidade de vida animal através da modificação dos recintos dos animais cativos e da sua rotina, técnicas de enriquecimento ambiental proporcionam aos visitantes a oportunidade de visualizar a interação dos animais com os itens oferecidos, despertando a curiosidade dos visitantes em relação aos comportamentos dos animais, com consequente sensibilização ecológica na população (SANTOS *et al.*, 2015). Manter comportamentos naturais em animais cativos é de grande importância na educação ambiental (WATTERS *et al.*, 2011; MCPHEE & CARLSTEAD, 2010), e o uso de ferramentas como o enriquecimento ambiental torna-se fundamental.

Para que os comportamentos naturais possam ser expressos, o ambiente de cativeiro deve proporcionar os estímulos necessários aos animais

(ALMEIDA *et al.* 2008). Para tanto, é necessário que se conheça a história natural do animal, o habitat, a fisiologia e o comportamento típico da espécie a ser estudada, procurando oferecer enriquecimentos que aumentam a prevalência dos comportamentos naturais, a atividade física e mobilidade, e reduzam os níveis de estresse, além de melhorar as condições de saúde e desempenho reprodutivo (CARLSTEAD, 1996; MELLEN & MACPHEE, 2001; CAMPOS, 2015). Mesmo que o indivíduo seja mantido em um ambiente natural onde possa viver de acordo com suas adaptações, essas podem não ser suficientes para enfrentar os desafios ao qual ele é exposto, causando sofrimento e trazendo doenças ao animal (FRASER *et al.*, 1997). Portanto, monitorar o comportamento e avaliar as respostas fisiológicas é indispensável para garantir o bem-estar animal e uma melhor qualidade de vida.

2.5. Considerações finais

A manutenção de aves em cativeiro para fins comerciais ou de conservação deve levar em consideração questões relacionadas à qualidade de vida. O uso de métodos não invasivos como o estudo comportamental aliado à avaliação hormonal através de excretas e penas é de grande importância para reduzir o estresse sofrido pelas aves no ambiente de cativeiro. Uma avaliação onde o resultado obtido é a presença de estresse, com altos níveis de corticosterona ou de seus metabólitos, e presença de comportamentos incomuns e excessivos, sugere a aplicação de um manejo através do enriquecimento ambiental, que permite o estímulo cognitivo e físico, visando ao aumento de comportamentos naturais e redução dos comportamentos associados ao estresse, bem como a redução das altas concentrações de corticosterona.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Declaração de Ética

Autorizações relevantes para o desenvolvimento do projeto foram obtidas do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO), protocolo número 44745-1, e da Comissão de Ética no Uso de Animais do Setor Palotina da UFPR (CEUA/Palotina), protocolo número 52/2014 (ANEXOS).

3.2. Locais de estudo e animais estudados

O presente estudo foi desenvolvido no Zoológico Municipal de Cascavel e no Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz (FAG), no município de Cascavel, Estado do Paraná, avaliando a resposta comportamental e hormonal através dos metabólitos de corticosterona em vinte e dois indivíduos de *Ara ararauna* (arara-canindé) em cativeiro (Tabela 1) em relação ao oferecimento de enriquecimentos ambientais.

O Zoológico Municipal de Cascavel, juntamente com o Museu de História Natural, faz parte da estrutura do Parque Municipal Danilo Galafassi, criado em 1976 com o intuito de preservar as nascentes do Rio Cascavel e árvores nativas da região, como a araucária (*Araucaria angustifolia*), símbolo do Estado do Paraná, contando com uma área de 72.600 m² (PORTAL DO MUNICÍPIO DE CASCAVEL, 2016a, 2016b). O parque está aberto para visitação de terça-feira a domingo das 8 às 18 horas.

O Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz (FAG) está inserido em um bosque com área de 140.000 m², funcionando como um depósito de animais apreendidos pelo IBAMA e que precisam de cuidado e tratamento, bem como local de visitação, pesquisas, aulas práticas e educação ambiental (FACULDADE ASSIS GURGACZ, 2016). O bosque está aberto para visitação de segunda-feira a sábado das 7 às 18 horas.

Ambas as instituições estão categorizadas como Jardim Zoológico segundo a Instrução Normativa IBAMA nº 07/2015, permitindo a visitação

pública e tendo finalidade científica, conservacionista, educativa e sociocultural (IBAMA, 2015).

A visitação pública não foi quantificada, entretanto, foi possível observar que o número de visitantes foi maior no Zoológico Municipal de Cascavel do que no Viveiro Conservacionista da FAG durante todo o período do estudo.

Para facilitar a individualização de amostras coletadas, nos recintos 7 e 22A, as araras receberam anilhas de diferentes cores, machos anilhados em uma pata e fêmeas na outra, e nos demais recintos, características individuais e presença/ausência de anilha foram utilizadas.

Tabela 1. Informações sobre as araras-canindé (*Ara ararauna*) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e do Zoológico Municipal de Cascavel.

Local	Recinto	Identificação*	Sexo	Procedência	Observações
Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz (FAG)	Recinto BB	FAG 141	F	Cascavel (PR)	
		J1	F	FAG	Sem anilha
		J2	F	FAG	Sem anilha
	Recinto BC	FAG 150	F	FAG	-
Zoológico Municipal de Cascavel	Recinto D4	N1	F	FAG	Sem anilha
		N2	F	FAG	Sem anilha
		N3	F	FAG	Sem anilha
		N4	F	Cascavel (PR)	Sem anilha
	Recinto 7	ZOO CVEL 146	M	Ciro Albino Dibas – Cascavel (PR)	-
		ZOO CVEL 147	M	Ciro Albino Dibas – Cascavel (PR)	-
		ZOO CVEL 148	F	Ciro Albino Dibas – Cascavel (PR)	-
		ZOO CVEL 159	F	Ciro Albino Dibas – Cascavel (PR)	-
		ZOO CVEL 160	M	Ciro Albino Dibas – Cascavel (PR)	-
		ZOO CVEL 164	F	Ciro Albino Dibas – Cascavel (PR)	-
		ZOO CVEL 165	M	Ciro Albino Dibas – Cascavel (PR)	-
		ZOO CVEL 012	F	Cascavel (PR)	-
	Recinto 20B	ZOO CVEL 141	M	Foz do Iguaçu (PR)	-
		ZOO CVEL 143	M	Foz do Iguaçu (PR)	-
		ZOO CVEL 140	F	Cascavel (PR)	-
		ZOO CVEL 161	F	Estado do Mato Grosso (MT)	-
		ZOO CVEL 162	M	Desconhecida	-
		ZOO CVEL 163	M	Cascavel (PR)	-
	Recinto 22A				

*Alguns animais não possuem anilhas, sendo utilizados outros números para sua identificação no presente trabalho.

3.3. Condições de alojamento

As aves foram separadas em oito recintos de acordo com os responsáveis dos locais do estudo (Tabela 2 e Figuras 1 e 2).

Tabela 2. Condições de alojamento das araras-canindé (*Ara ararauna*) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e do Zoológico Municipal de Cascavel: lotação (número de animais/tamanho do recinto).

Local	Recinto	Número de animais	Área (m²)	Altura (m)
Viveiro	Recinto BB	3 (3 araras-canindé)	16,80	3
Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz (FAG)	Recinto BC	2 (1 arara-canindé + 1 araracanga)	16,80	3
	Recinto D4	2 (2 araras-canindé)	7,12	3
	Recinto D5	5 (1 arara-canindé + 2 papagaios-verdadeiros + 1 periquitão-maracanã + 1 pássaro preto)	7,12	3
	Recinto D12	3 (1 arara-canindé + 1 araçari-castanho + 1 papagaio-verdadeiro)	7,12	3
Zoológico	Recinto 7	7 (7 araras-canindé)	31,81	2,9
Municipal de Cascavel	Recinto 20B	3 (3 araras-canindé)	28,79	3,02
	Recinto 22A	8 (5 araras-canindé + 3 araracangas)	38,52	3



Figura 1. Recintos no Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz. Legenda: (a) recintos BB (à esquerda) e BC (à direita); (b) recinto D4; (c) recinto D5; (d) recinto D12. Fonte: ALMEIDA, A. C.



Figura 2. Recintos no Zoológico Municipal de Cascavel. Legenda: (a) recinto 20B; (b) recinto 7; (c) recinto 22A.

Fonte: (a) MARQUES, R.; (b) e (c) ALMEIDA, A. C.

Durante todo o experimento, os animais receberam a alimentação regular a qual estão acostumados (Apêndice 1, Tabela 1) e água *ad libitum*, o mesmo manejo e os mesmos cuidados sanitários. A alimentação, manutenção e limpeza dos recintos eram realizadas todos os dias no período da manhã.

3.4. Exame clínico

As aves foram submetidas a exame clínico de pesagem (Figura 3) e exame coproparasitológico (Figura 4). O exame coproparasitológico foi realizado no Laboratório de Microscopia III da Faculdade Assis Gurgacz (FAG), utilizando-se o método de Faust (FAUST *et al.*, 1970), no qual foi avaliada a presença de ovos e larvas de helmintos e cistos de protozoários nas excretas.



Figura 3. Avaliação do peso das araras-canindé (*Ara ararauna*) mantidas no Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e no Zoológico Municipal de Cascavel. Legenda: (a) pesagem do indivíduo N5 (FAG); (b) pesagem dos indivíduos do recinto 20B (Zoológico Municipal de Cascavel); (c) pesagem dos indivíduos do recinto 7 (Zoológico Municipal de Cascavel).

Fonte: (a) ALMEIDA, A. C.; (b) e (c) MARQUES, R.



Figura 4. Exame coproparasitológico das excretas das araras-canindé (*Ara ararauna*) mantidas no Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e no Zoológico Municipal de Cascavel. Legenda: (a) e (b) materiais utilizados na realização do exame; (c) realização do exame; (d) montagem das lâminas; (e) lâminas preparadas para observação; (f) observação das lâminas em microscópio óptico.

Fonte: ALMEIDA, A. C.

3.5. Observação de comportamento

Foi realizada observação de comportamento durante três etapas (pré-enriquecimento, enriquecimento e pós-enriquecimento), cada uma com duração de dois meses. A coleta de dados estendeu-se do mês de novembro de 2014 ao mês de abril de 2015. Em dias muito chuvosos, não foi possível realizar as observações.

Na etapa de pré-enriquecimento verificou-se os comportamentos apresentados pelas aves em cativeiro. Na etapa de enriquecimento, técnicas de enriquecimento ambiental (Tabela 3) foram aplicadas em todos os recintos três vezes na semana, sem seguir um padrão de horário e sem inserir o mesmo item em dois dias de observação consecutivos, a fim de modificar a rotina de manejo para a geração de estímulos e evitar a habituação e perda de interesse. Houve o cuidado de oferecer enriquecimentos alimentares contendo os itens fornecidos regularmente para as aves, a fim de evitar problemas de saúde. Os itens utilizados para o enriquecimento estão detalhados no Apêndice 2 (Tabela 1 e Figura 1). Na etapa de pós-enriquecimento, procurou-se avaliar a influência dos enriquecimentos ambientais no comportamento apresentado pelas aves do estudo.

Tabela 3. Enriquecimentos ambientais oferecidos para as araras-canindé (*Ara ararauna*) mantidas no Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e no Zoológico Municipal de Cascavel.

Tipo de enriquecimento	Enriquecimento
Físico	Cordas de sisal
Cognitivo ou ocupacional	Pinhas não recheadas
Alimentar	Pinhas recheadas
	Caixas surpresa
	Caixas de ovo
	Espigas de milho
	Rolinhos de girassol
	Picolés de fruta

Para as observações comportamentais, foi utilizado o método do animal focal (ALTMANN, 1974; DEL-CLARO, 2004, 2010). A coleta de dados foi realizada no período da manhã e da tarde, entre as 7 horas e 12 horas e entre

as 13 horas e 17 horas e 30 minutos, com elaboração de catálogo comportamental para a espécie no presente estudo. O monitoramento ocorreu em intervalos de 5 minutos, sendo que os comportamentos foram registrados a cada 30 segundos, totalizando 30 minutos para cada ave em um dia de coleta. Foi realizado um total de 580 horas de observação, sendo 180 horas na etapa de pré-enriquecimento, 200 horas na etapa de enriquecimento e 200 horas na etapa de pós-enriquecimento.

3.6. Coleta de excretas

A coleta de excretas iniciou-se juntamente com as observações comportamentais. Foi realizado o monitoramento da defecação pelas aves e a coleta das excretas ao final das observações dos comportamentos no período matutino, identificando a arara que forneceu a amostra, perfazendo-se três coletas/semana em cada recinto. Devido à dificuldade para coleta nos recintos 22A, D4, D5 e D12 (risco de aumento de estresse com a entrada no recinto e baixa frequência de defecação durante o período de observação), foram coletadas amostras apenas dos recintos 7, 20B, BB e BC.

Cada amostra de excreta foi individualizada em um saco plástico *zip* previamente identificado e armazenada em *freezer* comum sob temperatura de -20°C até o momento da extração dos metabólitos hormonais.

Em amostras menores que 0,5 gramas, os resultados foram proporcionalmente ajustados ao peso da amostra. Amostras extremamente pequenas (< 0,05 g) foram desconsideradas por apresentarem concentrações muito grandes em relação às amostras maiores devido ao ajuste matemático, influenciando nos resultados (TEMPEL & GUTIÉRREZ, 2004).

3.7. Validação fisiológica

O experimento de validação fisiológica foi realizado em quatro araras-canindé fêmeas e adultas (>2 anos): FAG 141, FAG 150, J1 e J2, no Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz (FAG).

Os quatro indivíduos foram utilizados tanto como grupo controle quanto tratamento. Os animais receberam tratamento com medicamento análogo ao ACTH (Synacthen® Depot, Novartis Pharma, sob licença da empresa *Alliance Pharmaceuticals Limited*, Inglaterra) através de via intramuscular (IM) no músculo peitoral, na dose de 0,5 mg/Kg (HARVEY *et al.*, 1980).

Para o grupo tratamento, utilizou-se o método descrito por Sinhorini (2013), com adaptações. Foram coletadas excretas das aves 72, 48 e 24 horas antes da aplicação do ACTH (-72h, -48h e -24h). No dia da aplicação, foi realizada uma coleta no período entre 7 e 10 horas da manhã (-2h), com posterior contenção física das mesmas para aplicação do medicamento. Após a aplicação, foram coletadas excretas em intervalos de duas horas (+2h a +8h) e, posteriormente, 22, 24, 48 e 72 horas (+22h, +24h, +48h e +72h). Para o grupo controle não foi realizada manipulação experimental (segundo Puvadolpirod & Thaxton (2000), tanto a não manipulação das aves quanto a injeção de solução salina podem ser usadas como controle). A etapa foi realizada quinze dias após a fase de tratamento e utilizou-se o mesmo tempo de coletas para posterior comparação.

Todas as excretas foram armazenadas em sacos plásticos *zip* previamente identificados e armazenados em *freezer* comum sob a temperatura de -20°C até o momento da extração dos metabólitos hormonais. Não foi realizada a separação do material fecal da urina, pois sempre há alguma contaminação das fezes pela urina e há uma grande dificuldade nesse processo (RETTENBACHER *et al.*, 2004).

3.8. Extração e dosagem dos metabólitos hormonais

As excretas coletadas foram submetidas à extração dos metabólitos hormonais, realizada no Laboratório de Microscopia III da Faculdade Assis Gurgacz (FAG) (Figura 5), seguindo-se as considerações propostas por PALME (2005) e PALME *et al.* (2013), contendo os seguintes passos:

1. Homogeneização mecânica das excretas úmidas;
2. Pesagem de 0,5 g de cada amostra, posteriormente colocadas em tubos de ensaio contendo 5 mL de metanol 60%;

3. Agitação das amostras em agitador por 15 minutos;
4. Centrifugação das amostras a 2500 RPM por 10 minutos;
5. Ao término da centrifugação, 0,5 mL do sobrenadante foi retirado e transferido para tubos tipo Eppendorf;
6. Os tubos foram colocados em uma estufa a 60-70°C até a completa secagem do material.

Os extratos secos foram mantidos em ambiente livre de luz solar direta e enviados para a Universidade de Medicina Veterinária de Viena, Áustria, para realização das dosagens.

Os metabólitos de corticosterona foram quantificados por ensaio imunoenzimático (EIA) utilizando-se como padrão a 11-oxoetiocolanolona (72T; Möstl *et al.*, 2002), anticorpo 11-oxoetiocholanolona-17-CMO:BSA (1:60000; Ak 3199/6/96). A dosagem dos metabólitos foi realizada no Departamento de Ciências Biomédicas (Unidade de Fisiologia, Fisiopatologia e Endocrinologia Experimental) da Universidade de Medicina Veterinária de Viena, Áustria, sob a supervisão do Prof. Dr. Rupert Palme. Os resultados, corrigidos para a eficiência da extração, foram expressos em ng/g.

A 11-oxoetiocolanolona apresenta um alcance de 2 a 500 pg/poço, e as seguintes reações cruzadas: 100% para 5 β -androsten-3 α -ol-11,17-diona; 37% para 5 β -pregnano-3 α -ol-11,20-diona; 3,3% 5 β -androsten-3 α ,11 β -diol-17-ona; 1,2% para 5 β -androsten-3,11,17-triona; <1% para outros esteroides (11-cetoandrosterona, etiocolanolona, pregnanodiol, tetrahydrocortisol, 5 β -dihydrocortisol, cortol, 5 β -pregnano-3 α -ol,11 β ,21-triol-20-ona, 5 β -pregnano-3 α ,11 β ,17 α ,20 α ,21-pentol, 5 β -pregnano-3 β -ol-11,20-diona e 5 β -pregnano-3 α ,11 β -diol-20-ona). A sensibilidade do ensaio utilizado foi de 2 pg/poço (4,4 ng/g).

O protocolo de dosagem seguiu os seguintes passos (para mais detalhes, ver Palme & Möstl, 1997, Möstl *et al.*, 2002):

1. Os extratos secos foram redissolvidos em 0,4 mL de metanol + 0,1 mL de água destilada e, então, diluídos em uma proporção de 1:10;
2. Microplacas de 96 poços (F96 MaxiSorp, No. 442404, Co. Nunc, Dinamarca) foram preparadas com solução de 50 μ g de proteína A (Sigma P-7837) dissolvida em 25 mL de solução tampão (1,59 g/L de Na₂CO₃ e 2,93 g/L de NaHCO₃, ajustada para um pH de 9,6);

3. As placas foram incubadas em temperatura ambiente por 16 horas. A solução foi descartada e cada poço foi preenchido com 0,3 mL de uma “segunda” solução tampão. As placas foram mantidas cobertas em temperatura ambiente até o momento do uso;
4. As placas foram submetidas a um ciclo de três lavagens com solução de lavagem;
5. A solução de ligação não específica, as soluções padrão e *pool* e as amostras foram pipetadas em duplicata, com posterior pipetagem de 0,1 mL de esteroide marcado com biotina e 0,1 mL de anticorpo;
6. As placas foram cobertas e incubadas em agitador suave em temperatura de 4°C por 16 horas;
7. Após a incubação, as placas foram lavadas, foram adicionados 0,25 mL de solução enzimática (Estreptavidina conjugada com peroxidase) em cada poço, com posterior incubação em agitador em temperatura de 4°C por 45 minutos;
8. As placas foram lavadas novamente, foram adicionados 0,25 mL de solução substrato em cada poço, com posterior incubação em agitador em temperatura de 4°C por 45 minutos;
9. Após a incubação, 0,05 mL de solução de parada foi adicionado aos poços;
10. Foi realizada a leitura de absorbância em espectrofotômetro (Packard MultiPROBE®, Estados Unidos).



Figura 5. Extração dos metabólitos hormonais das excretas das araras-canindé (*Ara ararauna*) mantidas no Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e no Zoológico Municipal de Cascavel. Legenda: (a) pesagem do material; (b) agitação das amostras com metanol 60%; (c) centrifugação das amostras; (d) retirada de 0,5 mL do sobrenadante e transferência para tubos Eppendorf 1,5 mL.
Fonte: ALMEIDA, A. C.

3.9. Análise estatística

As médias de frequências de ocorrência dos comportamentos de cada etapa foram submetidas ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Como os dados não apresentaram distribuição normal e não foi possível a obtenção de normalidade com a transformação logarítmica dos dados, utilizou-se o teste

não paramétrico de Friedman para comparação dos mesmos, testando-se a hipótese de que as médias de frequência dos comportamentos não diferem entre as etapas. O teste de Friedman e o teste de *post hoc* foram realizados seguindo o proposto por Galili (2015). As frequências dos comportamentos incomuns foram analisadas em cada recinto através do método do χ^2 , testando-se a diferença entre as etapas. A frequência de interação com os itens de enriquecimento ambiental foi comparada entre recintos e foi testada a preferência das aves por algum item de enriquecimento através do método do χ^2 .

O teste de variância de dois fatores (*two-way ANOVA*), com *post hoc* de Tukey, foi aplicado para comparar as médias dos níveis dos metabólitos de corticosterona e as concentrações basais das três etapas entre os indivíduos, entre sexos, entre os recintos e entre os locais de estudo. Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk e foram normalizados através de transformação logarítmica de base 10. O cálculo das concentrações basais se deu a partir da média mais dois desvios-padrão das concentrações totais dos metabólitos, representando o limite, eliminando-se os valores superiores a este e repetindo-se o cálculo até que todos os valores fossem inferiores ao limite e obtendo-se a média dos mesmos.

Para avaliar a relação entre os comportamentos e o nível de metabólitos hormonais presente nas excretas foi utilizado o teste não paramétrico de Spearman. Foram correlacionados com os dados hormonais apenas os dados comportamentais das araras-canindé cujas excretas foram coletadas.

Na validação fisiológica, para a comparação entre as concentrações basais das araras-canindé, foi utilizado o teste do χ^2 . Para a comparação entre as concentrações no grupo controle e no grupo tratamento, foi utilizado o teste de variância de dois fatores (*two-way ANOVA*), com *post hoc* de Tukey. Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk e, como não apresentaram distribuição normal, foram normalizados através de transformação logarítmica. Como concentração basal, adotou-se a média dos valores das concentrações de metabólitos obtidas anteriormente à administração do ACTH.

Todos os testes foram realizados utilizando-se o nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados numéricos estão apresentados na forma de média \pm desvio-padrão ($\bar{x} \pm dp$).

4.1. Exame clínico

Através do exame clínico, foi verificado que as aves apresentavam bom estado nutricional e de saúde. O método de Faust indicou resultado negativo para a presença de ovos e larvas de helmintos e para cistos de protozoários. O peso das aves, tanto geral ($1.228,2 \pm 174,2g$), quanto no Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz (FAG) ($1.123,4 \pm 188,8g$) e no Zoológico Municipal de Cascavel ($1.294,4 \pm 168,5g$), encontrou-se, segundo Mikich & Bérnills (2004), dentro dos parâmetros definidos para a espécie ($995 - 1.380g$), exceto para as aves FAG 150 ($1.500 g$ - preparo para o período reprodutivo), N4 ($862 g$) e ZOO CVEL 147 ($1.700 g$) (Tabela 4).

Tabela 4. Resultado do peso das araras-canindé (*Ara ararauna*) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e do Zoológico Municipal de Cascavel.

Local	Indivíduo	Peso (g)
FAG	FAG 141	1.150
	J1	1.050
	J2	1.250
	FAG 150	1.500
	N1	1.050
	N2	1.050
	N3	1.110
	N4	862
Zoológico	ZOO CVEL 012	1.350
	ZOO CVEL 140	1.200
	ZOO CVEL 141	1.200
	ZOO CVEL 143	1.150
	ZOO CVEL 146	1.350
	ZOO CVEL 147	1.700
	ZOO CVEL 148	1.200
	ZOO CVEL 159	1.300
	ZOO CVEL 160	1.200
	ZOO CVEL 161	1.150
	ZOO CVEL 162	1.200
	ZOO CVEL 163	1.400
	ZOO CVEL 164	1.300
	ZOO CVEL 165	1.300

4.2. Validação fisiológica

Foram analisadas 48 amostras por tratamento (96 amostras no total), 12 para cada indivíduo em cada etapa. De acordo com a Figura 6, podemos observar que o reflexo do início da atividade adrenal nas excretas ocorreu entre duas a quatro horas após a administração do ACTH ($73 \pm 21,93$ ng/g e $99 \pm 26,17$ ng/g, respectivamente) e picos ocorrendo entre seis e oito horas e vinte horas após a administração do ACTH ($201,75 \pm 29,58$, $290,5 \pm 37,62$ e $374 \pm 119,71$ ng/g, respectivamente), um aumento de 5,34 a 9,91 vezes em relação às concentrações basais.

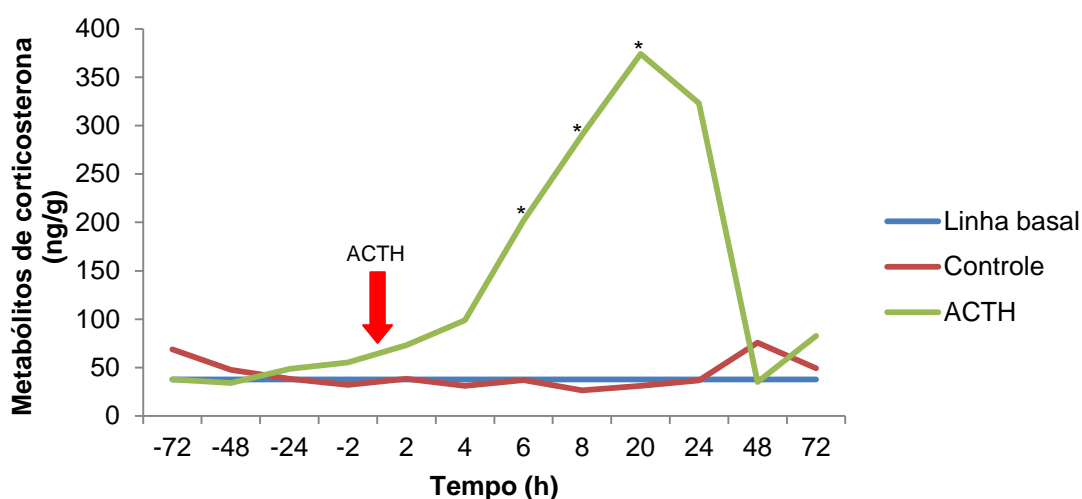


Figura 6. Variação das médias das concentrações de metabólitos de corticosterona em excretas das araras-canindé (*Ara ararauna*) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz: validação fisiológica. Legenda: Controle: grupo controle; ACTH: grupo tratamento. Asteriscos (*) indicam picos.

Foi encontrada diferença significativa entre as concentrações individuais dos metabólitos de corticosterona excretados no grupo controle ($F = 3,299$; $p = 0,029$), mas não no grupo tratamento ($F = 0,512$; $p = 0,676$), sugerindo que as aves apresentaram uma resposta adrenal semelhante entre si após a estimulação com ACTH. Não houve diferença significativa entre as concentrações basais das diferentes aves ($\chi^2 = 4,947$; $p = 0,176$). Houve um aumento de 8,53 a 18,46 vezes em relação ao nível basal das concentrações individuais (Figura 7).

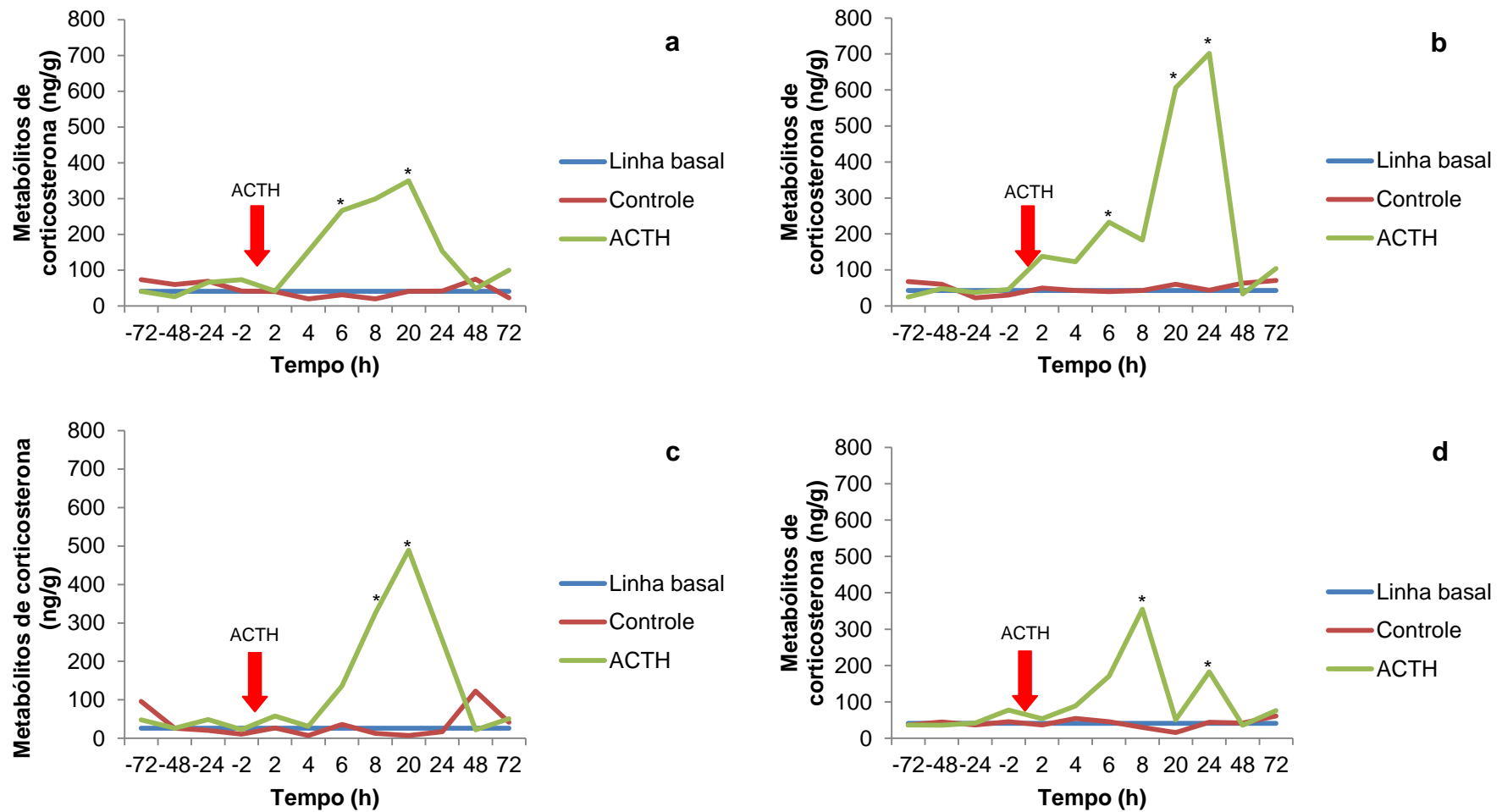


Figura 7. Variação individual das concentrações de metabólitos de corticosterona em excretas das araras-canindé (*Ara ararauna*) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz: validação fisiológica. Legenda: (a) indivíduo J1: aumento de 8,53 vezes; (b) indivíduo J2: aumento de 16,21 vezes; (c) indivíduo FAG 141: aumento de 18,46 vezes; (d) indivíduo FAG 150: aumento de 8,61 vezes. Controle: grupo controle; ACTH: grupo tratamento. Asteriscos (*) indicam picos.

O EIA empregando-se a 11-oxoetiocolanolona (MÖSTL *et al.*, 2002) tem sido utilizado com sucesso na quantificação de glicocorticoides fecais. No presente estudo, o EIA foi eficiente na detecção do aumento dos níveis dos metabólitos de corticosterona nas excretas de fêmeas de arara-canindé. Outros estudos com diferentes espécies de aves obtiveram êxito com o uso do ensaio, como para chapins-reais (*Parus major*) (CARERE *et al.*, 2003; STÖWE *et al.*, 2010), corvo-comum (*Corvus corax*) (STÖWE *et al.*, 2008) e gansos-de-Magalhães (*Chloephaga picta*) (KOCH *et al.*, 2009). Entretanto, Baltic *et al.* (2005), Thiel *et al.* (2005), Sinhorini (2013), Albano *et al.* (2015) e Ferreira *et al.* (2015) verificaram, em galos-lira (*Tetrao tetrix*), em tetrazes-grandes (*Tetrao urogallus*), ararajubas (*Guaruba guarouba*), em gaivinas-de-bico-preto (*Gelochelidon nilotica*) e em papagaios-verdadeiros (*Amazona aestiva*), respectivamente, que o uso do EIA empregando-se cortisona (RETTENBACHER *et al.*, 2004) apresentou melhores resultados na detecção das concentrações dos metabólitos de glicocorticoides. Outros autores mostraram que a 11-oxoetiocolanolona também não apresentou resultados satisfatórios, como Goymann *et al.* (2002) em seu estudo com cartaxo-comum (*Saxicola torquata rubicola*). Möstl *et al.* (2005) em seu estudo com gansos domésticos (*Anser anser*), verificaram que todos os ensaios utilizados detectaram o aumento da concentração de metabólitos nas excretas, inclusive a 11-oxoetiocolanolona. Entretanto, o ensaio utilizando-se 11 β -hidroxietiocolanolona mostrou a maior reatividade, representando o melhor ensaio para a espécie. Esses trabalhos evidenciam a importância da validação do ensaio.

Associada à validação adequada, a avaliação dos metabólitos de glicocorticoides torna-se importante na avaliação da atividade adrenal e da resposta fisiológica ao estresse (SCHWARZENBERGER, 2007). Estudos com desafio de ACTH são práticos e eficientes para avaliação da atividade adrenal e validação fisiológica do ensaio utilizado (WASSER *et al.*, 2000; YOUNG *et al.*, 2004). Nas aves, o tempo entre a atividade adrenal após um evento de estresse e a excreção dos metabólitos de glicocorticoides nas fezes ocorre dentro de algumas horas (OZELLA *et al.*, 2015a).

Estudos revelam um atraso de duas horas (primeiro pico) e doze horas (segundo pico) em corujas (*Strix varia*, *Strix occidentalis caurina* e *Bubo*

virginianus) (WASSER *et al.*, 1997; WASSER *et al.*, 2000), três horas em uma espécie de garça-da-Flórida (*Grus canadensis pratensis*) (LUDDERS *et al.*, 2001), 1,3 a 2,6 horas em cartaxos-comuns (*Saxicola torquata rubicola*) (GOYMANN *et al.*, 2002), 0,5 a 2,3 horas em chapins-reais (*Parus major*) (CARERE *et al.*, 2003), 2 a 4,5 horas em galos-domésticos (*Gallus gallus domesticus*) (DENHARD *et al.*, 2003), dez a dezesseis horas em pinguins-de-Adélia (*Pygoscelis adeliae*) (NAKAGAWA *et al.*, 2003), duas a quatro horas em pombos (*Zenaida macroura*) (WASHBURN *et al.*, 2003), uma a duas horas em galos-lira (*Tetrao tetrix*) (BALTIC *et al.*, 2005), uma a três horas em tetrazes-grandes (*Tetrao urogallus*) (THIEL *et al.*, 2005), 1,5 horas em gaivinas-de-bico-preto (*Gelochelidon nilotica*) (ALBANO *et al.*, 2015) e 5,5 a oito horas em pinguins-africanos (*Spheniscus demersus*) (OZELLA *et al.*, 2015a) após o evento estressante (manipulação e administração de ACTH).

Em ararajubas, Senhorini (2013) detectou aumentos nas concentrações de metabólitos de glicocorticoides entre uma e três horas após a administração de ACTH, com picos individuais ocorrendo entre quatro e oito horas e onze e quinze horas após a administração, resultados semelhantes aos encontrados no presente estudo. Entretanto, Fujihara *et al.* (2014) verificaram em fêmeas de papagaios-verdadeiros um pico de excreção de metabólitos de glicocorticoides após dez horas da administração de ACTH. Também em papagaios-verdadeiros, o estudo realizado por Ferreira *et al.* (2015) mostrou que, tanto em machos quanto em fêmeas, os picos ocorrem entre três e nove horas após o tratamento com ACTH. Esses estudos revelam, devido à variação do tempo de excreção, a importância da validação e verificação dos padrões de excreção para cada espécie a ser estudada.

A observação de dois picos de excreção de metabólitos de glicocorticoides ocorre devido a não separação da urina das fezes, processo de difícil realização e que não interfere na validação de um EIA (RETTENBACHER *et al.*, 2004). O primeiro pico reflete as concentrações presentes na urina, e o segundo pico, representando a maior concentração de metabólitos, reflete as concentrações presentes nas fezes, devido ao tempo de passagem pelo intestino dos metabólitos excretados junto à bile (RETTENBACHER *et al.*, 2004; MÖSTL & PALME, 2002; MÖSTL *et al.*, 2005). A presença de dois picos de excreção foi verificada em corujas (WASSER *et al.*, 1997; WASSER *et al.*,

2000), galos-domésticos (RETTEBACHER *et al.*, 2004; HIRSCHENHAUSER *et al.*, 2012), codornas japonesas (HIRSCHENHAUSER *et al.*, 2012) e ararajubas (SINHORINI, 2013).

Diferenças entre sexos também podem ocorrer no tempo de detecção da corticosterona metabolizada nas fezes. Em galos-domésticos, Rettenbacher *et al.* (2004) verificaram que o primeiro pico ocorreu cerca de uma hora após a administração de ACTH em fêmeas e 1,5 horas em machos. Já o segundo pico, ocorreu cerca de três a quatro horas após a administração em fêmeas e 4,7 horas em machos, semelhante ao encontrado por Hirschenhauser *et al.* (2012), trabalho no qual o primeiro pico ocorreu cerca de uma hora em fêmeas e duas horas em machos após a administração de ACTH e o segundo pico, após cerca de 2,3 horas em fêmeas e quatro horas em machos. Em codornas japonesas, Hirschenhauser *et al.* (2012) verificaram que o primeiro pico em fêmeas foi de 0,92 hora e em machos de 0,75 hora após o desafio. No presente estudo, a validação foi realizada apenas em fêmeas, sendo necessária a validação em machos para verificar se existem diferenças no tempo de detecção dos picos nas excretas.

Em vista de todos esses resultados, pode-se afirmar que o ensaio contra a 11-oxoetiocolanolona foi eficiente na detecção do aumento dos níveis dos metabólitos de corticosterona nas excretas de fêmeas de arara-canindé, conclusão importante para o monitoramento da resposta fisiológica ao estresse nessa espécie através de um método não invasivo.

4.3. Comportamento

Através da observação dos comportamentos das araras-canindé, foi elaborado um catálogo comportamental que contempla os comportamentos apresentados durante as três etapas do estudo (Tabela 5).

Tabela 5. Catálogo comportamental elaborado para as araras-canindé (*Ara ararauna*) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e do Zoológico Municipal de Cascavel.

Sigla	Comportamento	Descrição
R	Repousar	Parado no poleiro observando atividades dentro ou fora do recinto, ou dormindo.
L	Locomover-se	Deslocamento: andar, voar, pular do poleiro para a grade.
M	Movimentar-se	Modificação da postura sem deslocamento (mexer a cabeça, erguer as asas, abrir as asas, esticar a perna, espreguiçar).
V	Vocalizar	Emissão sonora típica da espécie, sem distinção entre frequência (alta e rápida x baixa e lenta).
AL	Alimentar-se	Procurar ou ingerir alimento ou água.
IO	Interagir com objeto	Bicar grades e poleiros.
IE	Interagir com enriquecimento	Bicar, pegar os itens de enriquecimento ambiental, se alimentar dos itens oferecidos.
MA	Manutenção da higiene	<i>Preening</i> (limpar, organizar e impermeabilizar as penas), limpeza do bico, banho.
IS	Interação social	Relacionar-se com outro indivíduo.
IS+	Interação social positiva	<i>Alopreening</i> (receber ou fazer), alimentar outro indivíduo.
IS-	Interação social negativa	Encontros agonísticos, roubar alimento de outro indivíduo.
EP	Eriçar as penas	Levantamento das penas devido à interação social negativa e outros estímulos estressantes.
CP	Cuidado Parental	Interação com ovos, incubação de ovos.
CI	Comportamento incomum	<p>1 – Movimentar a cabeça para trás e/ou de um lado para outro, repetidas vezes.</p> <p>2 – Parado na grade lateral do recinto, permanecendo na posição vertical.</p> <p>3 – Pendurado na grade superior do recinto: a) pelos pés e bico, na posição horizontal, com o comportamento de tremer ou movimentos rápidos e curtos das asas; b) pelos pés, na posição vertical, com o comportamento de tremer ou movimentos rápidos e curtos das asas.</p> <p>4 – Abaixar o corpo, com o comportamento de tremer e/ou movimentos rápidos e curtos das asas.</p>

continua

Tabela 5. Catálogo comportamental elaborado para as araras-canindé (*Ara ararauna*) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e do Zoológico Municipal de Cascavel.
continuação

Sigla	Comportamento	Descrição
		5 – Levantar as asas e batê-las e, ao mesmo tempo, erguer a cabeça e movimentá-la para cima e para baixo.
		6 – Morder-se.
		7 – Bater ou raspar o bico na grade.
		8 – Andar de um lado para o outro no poleiro ou na grade.
		9 – Parado na grade, estirando uma das pernas repetidas vezes.
		10 – Movimentar o corpo para cima e para baixo, de um lado para o outro, ou em movimentos circulares (na grade ou no poleiro).
		11 – Segurar a asa sob a perna e se coçar.
O	Outros	Coçar, defecar, cavar, bocejar, espirrar, bicar anilha.

Analisando a média de frequências de comportamentos entre todos os indivíduos (Tabela 6 e Figura 8), foi possível verificar que durante as três fases, os comportamentos mais frequentes foram “Vocalizar”, “Movimentar-se” e “Repousar”. O comportamento com maior frequência observado por Pimenta *et al.* (2009) nas araras-azuis-grandes (*Anodorhynchus hyacinthinus*) durante a etapa de pré-enriquecimento também foi “Vocalizar” (34,5%). Entretanto, apesar de serem animais vocais devido à socialização (GRAHAM *et al.*, 2006), em vida livre, os psitacídeos apresentam uma frequência baixa de vocalização, representando cerca de 2 a 5% em relação a outros comportamentos (LIGHTFOOT & NACEWICZ, 2006).

Na etapa de pré-enriquecimento, os comportamentos menos frequentes foram “Não visível”, “Outros” e “Cuidado parental”, enquanto nas etapas de enriquecimento e pós-enriquecimento foram os comportamentos “Não visível”, “Outros” e “Eriçar as penas” (Tabela 6 e Figura 8).

Tabela 6. Frequências de comportamentos (médias \pm erro padrão em %) e resultados do teste de Friedman para os comportamentos exibidos pelas araras-canindé (*Ara ararauna*) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e do Zoológico Municipal de Cascavel durante as três etapas do estudo. Legenda: V: vocalizar; L: locomover-se; MA: manutenção da higiene; M: movimentar-se; IO: interação com objeto; O: outros; IS: interação social; IS+: interação social positiva; IS-: interação social negativa; EP: eriçar penas; AL: alimentar-se; R: repousar; CI: comportamento incomum; CP: cuidado parental; IE: interação com enriquecimento. Letras diferentes indicam diferença significativa. Asteriscos (*) indicam valores significativos ($p < 0,05$).

Comportamento	Pré-enriquecimento	Enriquecimento	Pós-enriquecimento	F	p
V	21,82 \pm 2,32 ^a	16,56 \pm 2,01 ^b	13,81 \pm 1,60 ^b	3,317*	0,003*
L	7,98 \pm 0,58 ^b	9,40 \pm 0,67 ^a	6,67 \pm 0,57 ^c	4,523*	<0,001*
MA	7,66 \pm 0,79 ^a	4,90 \pm 0,54 ^b	7,41 \pm 0,73 ^a	4,070*	<0,001*
M	17,63 \pm 0,68 ^c	24,45 \pm 1,16 ^b	32,24 \pm 1,36 ^a	6,181*	<0,001*
IO	8,97 \pm 0,79 ^a	5,91 \pm 0,57 ^b	6,25 \pm 0,69 ^b	3,618*	<0,001*
IS	5,77 \pm 0,78	5,06 \pm 0,59	5,94 \pm 0,86	1,658	0,221
IS-	1,45 \pm 0,31	1,18 \pm 0,20	1,42 \pm 0,28	1,601	0,245
IS+	4,98 \pm 0,66	3,87 \pm 0,53	4,51 \pm 0,77	0,859	0,666
EP	3,59 \pm 0,82 ^a	2,88 \pm 0,94 ^a	1,65 \pm 0,79 ^b	4,372*	<0,001*
AL	4,98 \pm 0,74	3,82 \pm 0,43	4,47 \pm 0,46	1,960	0,122
R	11,12 \pm 1,51	9,63 \pm 1,24	10,07 \pm 1,46	1,744	0,189
CI	5,56 \pm 1,32	5,37 \pm 0,85	5,47 \pm 0,93	1,357	0,364
CP	2,80 \pm 2,16	5,29 \pm 2,72	3,89 \pm 2,47	1,414	0,334
IE	0 \pm 0 ^b	5,11 \pm 0,90 ^a	0 \pm 0 ^b	5,745*	<0,001*
O	2,12 \pm 0,29	1,63 \pm 0,16	2,14 \pm 0,17	1,809	0,167

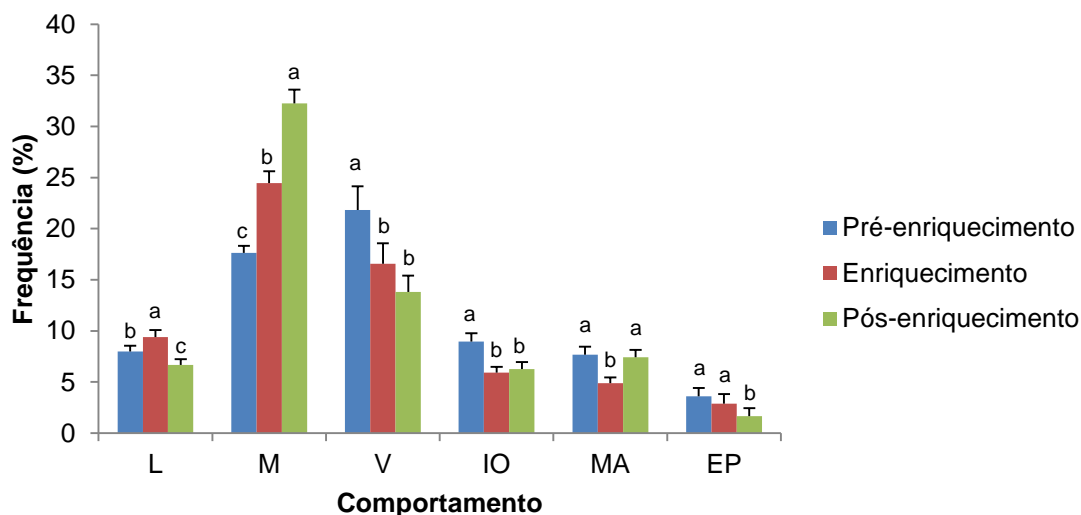


Figura 8. Frequências de comportamentos (médias + erro padrão em %) com diferenças significativas apresentadas pelas araras-canindé (*Ara ararauna*) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e do Zoológico Municipal de Cascavel durante as três etapas do estudo. Legenda: L: locomover-se; M: movimentar-se; V: vocalizar; IO: interação com objeto; MA: manutenção da higiene; EP: eriçar penas. Letras diferentes indicam diferença significativa.

Através dos resultados mostrados na Tabela 6 e na Figura 8, observou-se que o enriquecimento ambiental apresentou um efeito benéfico no comportamento das aves. O enriquecimento parece ter estimulado o aumento da locomoção e movimento (aumento de atividade das aves), comportamentos que diferiram significativamente entre as três etapas, e proporcionou redução significativa de vocalização, manutenção, e redução não significativa de eriçamento de penas e interação social negativa, comportamentos que, em excesso, podem ser prejudiciais aos animais.

A interação social negativa ocorreu principalmente durante o período de alimentação dos itens oferecidos regularmente, sendo que durante a etapa de enriquecimento, o comportamento de se alimentar desses itens também sofreu uma leve redução, mostrando que houve o interesse pelo consumo dos itens de enriquecimento alimentar, o que reflete na redução da interação social negativa. Redução de interações sociais negativas na etapa de enriquecimento também foi verificado por Melo *et al.* (2014) em papagaios-verdadeiros (*Amazona aestiva*).

A defesa dos itens de enriquecimento observada no trabalho de Andrade e Azevedo (2011), que levou ao aumento das interações agonísticas entre os papagaios-verdadeiros, ocorreu em baixa frequência entre as araras-canindé no presente trabalho, muitas delas compartilhando alguns dos itens oferecidos,

o que também contribuiu para a redução do comportamento “Interação social negativa”.

O enriquecimento também parece ter influenciado na redução do comportamento “Repousar” durante a segunda fase, o qual sofreu um pequeno aumento na fase de pós-enriquecimento, também sem diferença significativa.

4.3.1. Comportamentos incomuns

Em relação aos comportamentos incomuns (Tabela 7 e Figura 9), verificou-se que o comportamento de maior frequência na etapa de pré-enriquecimento foi o comportamento “Parado na grade lateral do recinto”, seguido dos comportamentos “Movimentar a cabeça para trás e de um lado a outro repetidamente” e “Abaixar o corpo e tremer ou movimentar as asas”. Em relação à etapa de enriquecimento, houve um aumento significativo do comportamento “Pendurado na grade superior do recinto”, uma redução significativa dos comportamentos “Morder-se” e “Andar de um lado para o outro” e uma tendência à redução significativa do comportamento “Movimentar a cabeça para trás e de um lado a outro repetidamente” (Tabela 7). Também houve um aumento significativo dos comportamentos “Bater ou raspar o bico na grade” e “Andar de um lado para o outro” da etapa de enriquecimento para a etapa de pós-enriquecimento (Tabela 7).

Comportamentos incomuns associados à grade – neste trabalho, “Parado na grade lateral do recinto” (55,94%) e “Pendurado na grade superior do recinto” (7,39%) – também foram verificados em alta frequência no estudo realizado por Pimenta *et al.* (2009) com arara-azul-grande através dos comportamentos “Andar na tela” (23,7%) e “Parar na tela” (17,2%) na etapa de pré-enriquecimento. Na etapa de enriquecimento, os autores verificaram que o comportamento “Andar na tela” continuou com alta frequência (24,2%). Segundo os autores, esses comportamentos juntamente com a alta frequência de vocalização estão associados à demarcação de território em cativeiro; a aproximação de visitantes no recinto faz com que os indivíduos se desloquem para as telas e comecem a vocalizar. Outra explicação para o comportamento “Parado na grade lateral do recinto” é o fato de que psitacíformes se alimentam

de terra em barrancos, ficando na posição vertical, um comportamento muito comum para a obtenção de minerais, encontrados em menor quantidade em outros itens da sua dieta (SICK, 1997), sugerindo-se que ele seja repetido no ambiente de cativeiro juntamente com o comportamento de roer grades, mesmo não obtendo o mesmo resultado do ambiente natural.

Os comportamentos “Movimentar a cabeça para trás e de um lado a outro repetidamente”, “Abaixar o corpo e tremer ou movimentar as asas”, “Morder-se”, “Movimentar o corpo para cima e para baixo, para os lados ou em movimentos circulares” e “Andar de um lado para o outro” sofreram redução durante a etapa de enriquecimento, e aumentaram durante a etapa de pós-enriquecimento. A redução do movimento repetitivo da cabeça de um lado para o outro quando oferecidos itens de enriquecimento ambiental também foi verificado em mutuns-de-penacho (*Crax fasciolata*) (Dias *et al.*, 2010), papagaios-verdadeiros (MELO *et al.*, 2014) e codornas japonesas (*Coturnix japonica*) (LAURENCE *et al.*, 2015), mostrando a importância do enriquecimento ambiental para minimizar as estereotipias. O comportamento “Andar de um lado para o outro” é semelhante ao andar estereotipado (*pacing*) observado em mamíferos cativos. Castro (2009) verificou a presença dos comportamentos “rodar a cabeça” e “*pacing*” em indivíduos de gato-do-mato-pequeno (*Leopardus tigrinus*), jaguatirica (*Leopardus pardalis*) e gato-maracajá (*Leopardus wiedii*), e Carlstead *et al.* (1993) e Hashimoto (2008) verificaram a presença de “*pacing*” em gatos-leopardo (*Prionailurus bengalensis*) e jaguatiricas, respectivamente; todos os trabalhos mostraram redução desses comportamentos estereotipados ao oferecer itens de enriquecimento ambiental.

Tabela 7. Frequências de comportamentos incomuns (médias \pm erro padrão em %) e resultados do teste de Friedman para os comportamentos exibidos pelas araras-canindé (*Ara ararauna*) mantidas no Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e no Zoológico Municipal de Cascavel durante as três etapas do estudo. Legenda: A – Movimentar a cabeça para trás e de um lado a outro repetidamente; B – Pendurado na grade superior do recinto; C – Abaixar o corpo e tremer ou movimentar as asas; D - Bater as asas e movimentar a cabeça para cima e para baixo; E – Morder-se; F – Parado na grade e esticando uma das pernas repetidamente; G – Movimentar o corpo para cima e para baixo, para os lados ou em movimentos circulares; H – Bater ou raspar o bico na grade; I – Andar de um lado para o outro; J – Parado na grade lateral do recinto; K – Segurar a asa sob a perna e se coçar. Letras diferentes indicam diferença significativa. Asteriscos (*) indicam valores significativos ($p < 0,05$).

Comportamento anormal	Pré-enriquecimento	Enriquecimento	Pós-enriquecimento	F	p
A	17,39 \pm 3,65	12,11 \pm 2,83	13,63 \pm 2,88	2,056	0,099
B	7,39 \pm 3,38 ^b	18,53 \pm 6,14 ^a	9,08 \pm 3,74 ^b	3,381*	0,002*
C	7,47 \pm 3,08	5,92 \pm 2,23	3,83 \pm 1,14	0,511	0,866
D	1,64 \pm 1,64	0,31 \pm 0,31	0,67 \pm 0,67	1,414	0,334
E	0,38 \pm 0,15 ^a	0,03 \pm 0,02 ^b	0,06 \pm 0,04 ^b	2,412*	0,042*
F	0 \pm 0	0,91 \pm 0,91	0,83 \pm 0,83	1,414	0,334
G	0,88 \pm 0,50	0,40 \pm 0,33	0,76 \pm 0,54	0,913	0,632
H	0,88 \pm 0,56 ^b	0,84 \pm 0,44 ^b	1,38 \pm 0,48 ^a	2,530*	0,031*
I	3,41 \pm 2,36 ^a	0,60 \pm 0,59 ^b	2,90 \pm 2,39 ^a	2,846*	0,012*
J	55,94 \pm 6,94 ^b	60,17 \pm 5,73 ^b	58,21 \pm 5,59 ^a	0,834	0,682
K	0,07 \pm 0,07	0,19 \pm 0,17	0,34 \pm 0,30	1,000	0,577

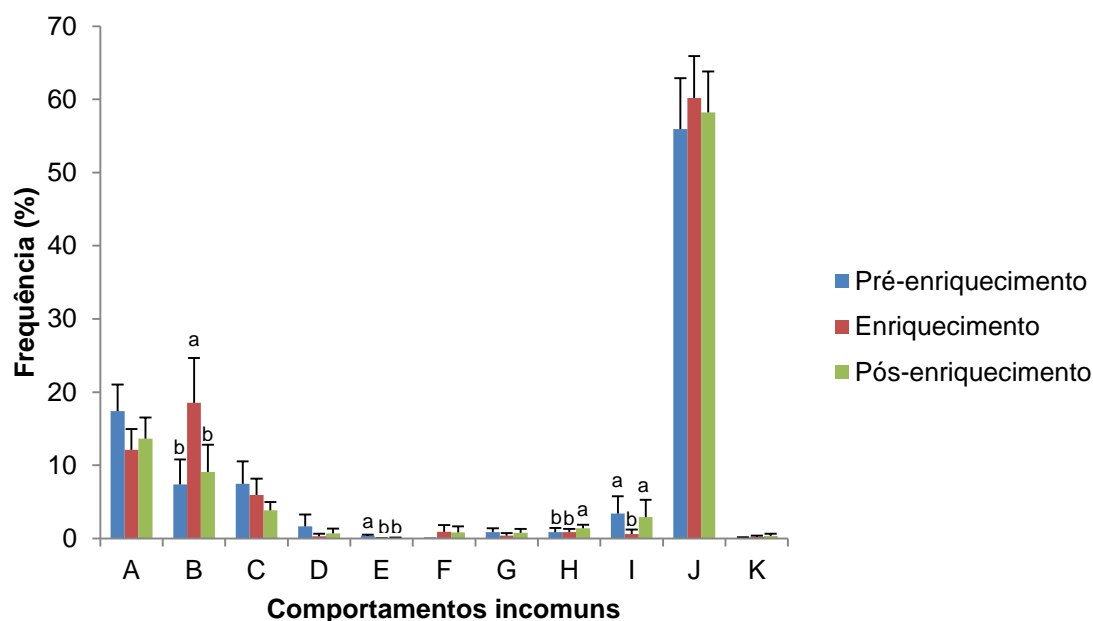


Figura 9. Frequências de comportamentos incomuns (médias + erro padrão em %) apresentadas pelas araras-canindé (*Ara ararauna*) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e do Zoológico Municipal de Cascavel durante as três etapas do estudo. Legenda: A – Movimentar a cabeça para trás e de um lado a outro repetidamente; B – Pendurado na grade superior do recinto; C – Abaixar o corpo e tremer ou movimentar as asas; D – Bater as asas e movimentar a cabeça para cima e para baixo; E – Morder-se; F – Parado na grade e esticando uma das pernas repetidamente; G – Movimentar o corpo para cima e para baixo, para os lados ou em movimentos circulares; H – Bater ou raspar o bico na grade; I – Andar de um lado para o outro; J – Parado na grade lateral do recinto; K – Segurar a asa sob a perna e se coçar. Letras diferentes indicam diferença significativa.

O comportamento “Parado na grade, estirando uma das pernas repetidamente”, apresentado apenas pelo indivíduo N1, não foi observado durante a etapa de pré-enriquecimento, aparecendo na etapa de enriquecimento e persistindo na etapa de pós-enriquecimento, porém, em baixas frequências.

Quando as frequências dos comportamentos por recinto foi analisada, verificou-se que houve uma redução de comportamentos incomuns durante a etapa de enriquecimento apenas no recinto 20B, enquanto nos demais recintos houve aumento desses comportamentos (Figura 10). Apesar de não apresentar diferenças significativas, exceto no recinto D4 (Tabela 8), o aumento dos comportamentos incomuns pode ser explicado pelos seguintes fatores:

a) presença de grande número de visitantes, já verificado em diversas espécies de animais (CHAMOVE *et al.*, 1988; SKYNER *et al.*, 2004; MALLAPUR *et al.*, 2005; WELLS, 2005; SEKAR *et al.*, 2008; AZEVEDO *et al.*, 2012; PIFARRÉ *et al.*, 2012; VIDAL *et al.*, 2016). Neste trabalho, o aumento na

visitação nos locais estudados foi devido, principalmente, ao período de férias escolares. Barulho, multidões ativas e interações com os animais são fontes de estresse para diversas espécies cativas (MORGAN & TROMBORG, 2007; FERNANDEZ *et al.*, 2009; QUADROS *et al.*, 2014). Agitação e intensa vocalização em tucanos-toco (*Ramphastos toco*) devido à presença de estímulos estressantes próximos dos recintos estudados foram relatadas por Chabu (2014);

b) entrada de pessoas desconhecidas nos recintos para manutenção de poleiros e telas e controle de roedores. A inability de lidar com novos estímulos ou recursos (inflexibilidade comportamental) pode ser um fator que impede a habituação das aves à aproximação humana (MASON, 2010);

c) a introdução de objetos que sejam novidade para as aves pode desencadear estresse e medo (MASON *et al.*, 2007; ULRICH-LAI & HERMAN, 2009; MELLEU *et al.*, 2015). Presenciar uma situação da qual não se tem conhecimento prévio estimula potencialmente a ativação do eixo HPA (ROMERO & SAPOLSKY, 1996). Psitacídeos em geral são aves neofóbicas (WILSON & LUESCHE, 2006 *apud* PÉRON & GROSSET, 2014), e em aves que apresentam alto nível de neofobia, o enriquecimento pode aumentar a expressão do medo (FOX & MILLAM, 2007). Além disso, aves expostas a agentes estressores no período anterior ao recebimento do enriquecimento apresentam maior demonstração de medo em relação às aves não expostas ao estresse (LAURENCE *et al.*, 2015). Esses fatores podem levar a um tempo maior no início de interação positiva com o enriquecimento, como observado para algumas aves no presente estudo;

d) introdução de novos objetos nos recintos ter causado um aumento no nível de atividade das aves, como observado para o comportamento “Movimentar-se”, o que pode fazer com que elas apresentem uma frequência maior de comportamentos incomuns, alguns destes não registrados na etapa de pré-enriquecimento. Segundo Assis (2013), a alta frequência de atividades comportamentais pode ser indício de comportamento indesejado ou incomum. O comportamento “Movimentar-se” deve ser analisado em estudos futuros para verificar a possível presença de movimentos não caracterizados como comportamentos incomuns durante as observações deste trabalho.

No Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz, durante as etapas de enriquecimento e pós-enriquecimento, houve a troca de poleiros em todos os recintos estudados e a entrada de funcionários responsáveis pelo controle de roedores nos recintos D4, D5 e D12, o que causou estresse nas aves, e provocou um aumento dos comportamentos “Movimentar-se” e “Locomover-se”, com consequente aumento dos comportamentos incomuns.

Os recintos D4, D5 e D12 estão localizados em um ambiente onde os visitantes têm acesso limitado. A habituação aos visitantes, como observado em emas por Azevedo *et al.*, 2012, pode estar presente nas aves cujos recintos estão expostos aos visitantes (7, 20B, 22A, BB e BC), o que não acontece nos recintos D4, D5 e D12. Quando pessoas desconhecidas entram no recinto para manutenção, as aves ficam mais estressadas.

É importante salientar que indivíduos diferentes, por apresentarem personalidades diferentes, não respondem da mesma forma a um mesmo estímulo ou fator estressante (BUCHANAN, 2000; FOX & MILLAM, 2007) e, também, que a resposta comportamental às mudanças ambientais não ocorre de forma imediata (CASTRO, 2009), o que pode explicar o aumento de comportamentos incomuns em alguns recintos, enquanto em outros, a frequência reduziu ou se manteve a mesma. Outra característica relevante é a idade do indivíduo (WELLS, 2009). Entretanto, neste trabalho, devido à maioria das araras não possuir registro da idade (muitas aves chegaram aos locais de estudo através de apreensão de tráfico ou de outros locais que não possuem esse registro), não foi possível correlacionar essa característica à frequência de comportamento incomum.

A diferença significativa na redução de comportamentos incomuns durante a etapa de enriquecimento no recinto 20B (Tabela 8) pode ser explicada pelo fato do indivíduo ZOO CVEL 012 entrar em período reprodutivo, apresentando maior frequência do comportamento de incubação e interação com os ovos (46,61%).

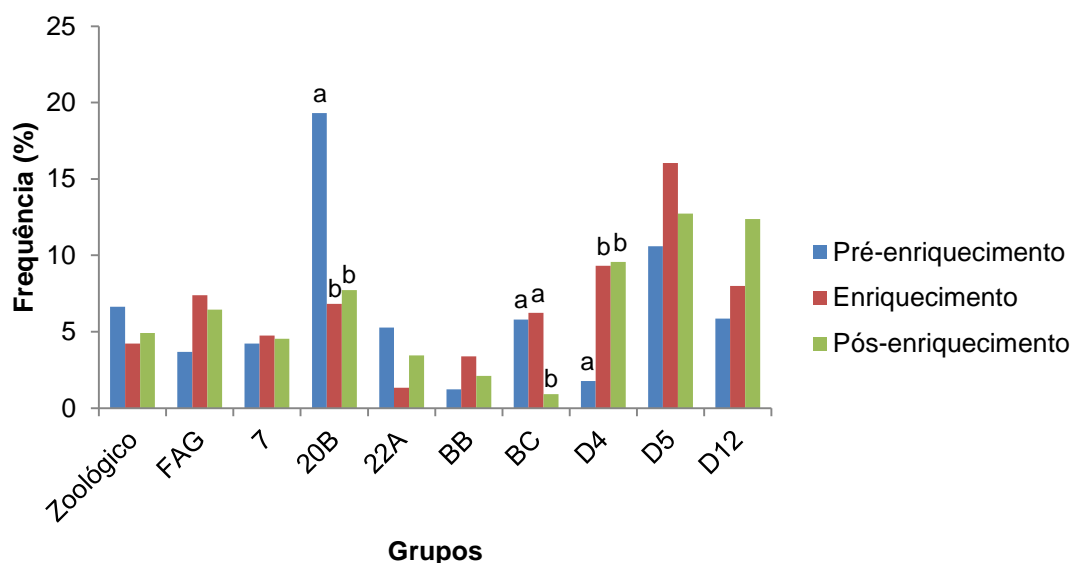


Figura 10. Médias das frequências dos comportamentos incomuns (%) por local de estudo e por recinto. Letras diferentes indicam diferença significativa. Legenda: Zoológico: Zoológico Municipal de Cascavel; FAG: Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz (FAG); 7, 20B, 22A, BB, BC, D4, D5 e D12: recintos.

Tabela 8. Resultados do teste do χ^2 para comparação das médias das frequências de comportamentos incomuns por local de estudo e por recinto entre as etapas do estudo. Asteriscos (*) indicam valores significativos ($p < 0,05$).

Local/Recinto	Pré-enriquecimento x Enriquecimento		Enriquecimento x Pós-enriquecimento	
	χ^2	p	χ^2	p
Zoológico Municipal de Cascavel	0,535	0,464	0,521	0,819
Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz (FAG)	1,236	0,266	0,065	0,798
Recinto 7	0,031	0,860	0,005	0,943
Recinto 20B	5,977*	0,015*	0,056	0,813
Recinto 22A	2,337	0,126	0,930	0,335
Recinto BB	1,022	0,312	0,303	0,582
Recinto BC	0,015	0,901	3,964*	0,047*
Recinto D4	5,140*	0,023*	0,004	0,952
Recinto D5	1,111	0,292	0,378	0,539
Recinto D12	0,327	0,567	0,938	0,333

A baixa taxa de comportamentos incomuns observada nos recintos 7, 22A, BB e D4 em relação aos outros recintos durante a etapa de pré-enriquecimento pode estar relacionada com a oportunidade de interação social com outros indivíduos da mesma espécie, como observado por Sargent & Keiper (1967) em seu estudo com canários (*Serinus canaria*). Segundo os

autores, a interação com outros indivíduos da espécie gera comportamentos alternativos, como voo e corte, causando redução dos comportamentos incomuns; porém, quando inseridos nos recintos indivíduos de espécies diferentes, não houve redução significativa dos estereótipos.

4.3.2. Demais comportamentos

Os psitacídeos são aves excepcionalmente sociais, possuindo os comportamentos de voar, forragear e se reunir para dormir em grandes bandos (SICK, 1997; ENGBRETSON, 2006). A privação da atividade social com indivíduos da mesma espécie em cativeiro pode levar ao desenvolvimento de anormalidades físicas e comportamentos incomuns (ENGBRETSON, 2006).

Nos recintos D5 e D12 havia apenas um indivíduo de arara-canindé, que interagiam em baixa frequência com os indivíduos de outras espécies nesses recintos. Essas interações, na maioria das vezes, eram agonísticas. No recinto 20B, apesar de haver três araras-canindé, havia pouca interação do casal formado pelos indivíduos ZOO CVEL 012 e ZOO CVEL 143 com o indivíduo ZOO CVEL 141, em sua maior parte, interação negativa, o que desencadeia o estresse entre indivíduos não aceitos socialmente ou entre indivíduos dominantes e subordinados. Portanto, a correta combinação tanto intraespecífica quanto interespecífica deve ser levada em consideração para a redução de estresse em cativeiro.

O aumento na frequência do comportamento “Locomover-se” na etapa de enriquecimento e redução na etapa de pós-enriquecimento, e a redução do comportamento “Repousar” na etapa de enriquecimento e aumento na etapa de pós-enriquecimento na maioria dos recintos, podem estar relacionados com a interação com os itens de enriquecimento oferecidos.

O comportamento “Alimentar-se” também reduziu na etapa de enriquecimento, sugerindo que as aves apresentaram interesse pelos itens de enriquecimento alimentar, pois a riqueza de formas e tipos de alimentos oferecidos estimula a interação com essa categoria de enriquecimento (SANTOS *et al.*, 2015).

Itens de enriquecimento alimentar, quando colocados em diferentes locais e com acesso mais difícil, podem estimular a atividade das aves, proporcionando a locomoção, a manipulação e a destruição dos objetos (PÉRON & GROSSET, 2013).

O estímulo do forrageio, exploração dos itens de enriquecimento, aumento da atividade e/ou locomoção das aves também foi registrado em tiribas-de-barriga-vermelha (*Pyrrhura perlata*) (VAN HOEK & KING, 1997), araras-azuis-grandes (PIMENTA *et al.*, 2009), papagaios-verdadeiros (ANDRADE & AZEVEDO, 2011; MELO *et al.*, 2014), gavião-caboclo (*Heterospizias meridionalis*) (GREJIANIN, 2011) e periquitões-maracanã (*Psittacara leucophthalmus*) (TELLES *et al.*, 2015). Também foi registrada redução na ociosidade com o oferecimento de itens de enriquecimento ambiental nos trabalhos com gaviões (JIMENEZ, 2008), mutuns-de-penacho (DIAS *et al.*, 2010), tucanos-toco (SILVA *et al.*, 2010), arara-canindé e arara-vermelha-grande (*Ara chloropterus*) (SANTOS *et al.*, 2011) e calopsitas (*Nymphicus hollandicus*) (ASSIS, 2013). Jimenez (2008) ainda observou a diminuição do peso corporal com o aumento da locomoção proporcionada pela mudança física nos recintos estudados, sugerindo que houve redução de gordura e ganho de massa muscular devido à atividade física.

Diversos trabalhos com mamíferos também mostram redução de comportamentos de inatividade. Forthman *et al.* (1992) observaram o aumento da atividade e redução da passividade em ursos-de-Kodiak (*Ursus arctos middendorffi*), urso-negro-asiático (*Ursus thibetanus*) e urso-polar (*Ursus maritimus*), o mesmo observado por Corat (2009) em cachorros-vinagre (*Speothos venaticus*) e por Watters *et al.* (2011) em fenecos (*Vulpes zerda*). Bashaw *et al.* (2003) verificaram que houve redução do comportamento de descanso em leões quando oferecidos itens de enriquecimento alimentar. Alves e Melo (2007) verificaram que, ao oferecer itens de enriquecimento ambiental para lobos-guará (*Chrysocyon brachyurus*), houve aumento da locomoção e do comportamento exploratório com redução do comportamento de descanso e aumento da inatividade no pós-enriquecimento. Também em lobos-guarás, Vasconcellos *et al.* (2009) verificaram aumento da locomoção e de atividades associadas ao forrageio. Aumento da atividade, locomoção e/ou exploração do recinto com a inserção de itens de enriquecimento ambiental também foram

verificados em ursos (CARLSTEAD *et al.*, 1991), gatos-leopardo (CARLSTEAD *et al.*, 1993), gatos-do-mato-pequeno e gatos-maracajá (MOREIRA *et al.*, 2007), jaguatiricas (HASHIMOTO, 2008), onças-pintadas (*Panthera onca*) (SCORZATO, 2008), saguis-de-tufos-pretos (*Callithrix penicillata*) (BORGES *et al.*, 2011), cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) (RODRIGUES, 2011), graxaim-do-campo (*Lycalopex gymnocercus*) e suçuarana (*Puma concolor*) (DELAI, 2011), lontra-neotropical (*Lontra longicaudis*) (FERRARI *et al.*, 2011), cachorro-vinagre (PEREIRA-JR *et al.*, 2013), macacos-aranha (*Ateles geoffroyi*) (MÁRQUEZ-ARIAS *et al.*, 2014), gorilas (*Gorilla gorilla*) (CHARMOY *et al.*, 2015), guaxinins (*Procyon cancrivorus*) (SANTOS *et al.*, 2015) e onças-pintadas (*Panthera onca*) (SILVERIO, 2015).

Esses resultados corroboram a ideia da importância do enriquecimento ambiental para redução da inatividade das aves e aumento da qualidade de vida, uma vez que a atividade traz benefícios à saúde dos animais.

Outro comportamento que diminuiu durante a utilização do enriquecimento foi o comportamento “Interagir com objeto”, o que traz benefícios não só às aves como também aos espaços onde estão lotadas. Em cativeiro, o desgaste do bico para evitar o crescimento excessivo é feito principalmente através do ato de “roer” grades e poleiros e, quando esse comportamento não é expresso em alta frequência, pode ser considerado indesejável devido aos prejuízos que podem gerar pela destruição causada às instalações (ASSIS, 2013). A redução de interação com poleiros e arame reduz a necessidade de trocas contínuas de telas e poleiros, o que evita a entrada de funcionários nos recintos, com consequente redução do estresse das aves.

Os psitacídeos passam grande parte do seu tempo na manutenção das penas, mas esse comportamento pode sofrer um crescimento no ambiente de cativeiro quando não há estímulos para reduzir o tempo ocioso das aves, causando automutilação através do arrancamento de penas (ASSIS, 2013). O arrancamento de penas é um problema que atinge aproximadamente 10% das aves em cativeiro (FAGUNDES, 2013), sendo considerado uma doença comportamental associada a problemas de estresse e manejo no cativeiro (BÉRGAMO *et al.*, 2009), não ocorrendo em vida livre.

A frequência do comportamento “Manutenção” teve uma redução na fase de enriquecimento em todos os recintos estudados, seguido do aumento

na fase de pós-enriquecimento. Apesar desse comportamento não apresentar alta frequência no presente estudo, já foi verificado que baixas frequências (em torno de 1%) já são suficientes para gerar danos severos na plumagem (VAN HOEK & KING, 1997).

No recinto D12, durante a etapa de pré-enriquecimento, a arara N4 apresentava arrancamento de penas da cauda; na fase de enriquecimento, as penas começaram a se desenvolver e, novamente, na fase de pós-enriquecimento, o indivíduo arrancou as penas em desenvolvimento. A arara FAG 150 apresentou arrancamento de penas nas fases de enriquecimento e pós-enriquecimento; entretanto, a arara estava em período reprodutivo nessas fases, apresentando arrancamento de penas sazonal, uma condição temporária associada à preparação para a época reprodutiva (colocação de penas no ninho e criação de zona sem penas na região abdominal para acolher e aquecer os ovos e filhotes) (CARDOSO, 2010).

A redução na manutenção das penas e consequente melhora na plumagem ou estabilização dos problemas relacionados a esta em aves que receberam enriquecimento ambiental também foi verificada em tiribas-de-barriga-vermelha (VAN HOEK & KING, 1997), curicas (*Amazona amazonica*) (MEEHAN *et al.*, 2003), papagaios-cinzentos (*Psittacus erithacus*) (LUMEIJ & HOMMERS, 2008), araras-canindé e araras-vermelhas-grandes (SANTOS *et al.*, 2011) e periquitões-maracanã (TELLES *et al.*, 2015), pois os animais tiveram a oportunidade de manipular os itens oferecidos. Essa redução da manutenção de penas é de extrema importância para evitar automutilações.

Alguns autores sugerem que a falta de oportunidades de forrageio apropriado é o fator que mais provoca o arrancamento de penas (MEEHAN *et al.*, 2003, VAN ZEELAND *et al.*, 2009), pois os métodos de alimentação utilizados em cativeiro não permitem interação com o ambiente, o que reduz o trabalho e energia envolvida no forrageio e não contribui para o desenvolvimento neurológico (MEEHAN *et al.*, 2003). Além disso, arrancar as penas pode ser considerado um “comportamento de forrageio redirecionado”, ou seja, o forrageio é direcionado para um estímulo substituto, nesse caso, as penas (HUBER-EICHER & WECHSLER, 1998). O isolamento social também é sugerido como causa desse comportamento (ROSENTHAL *et al.*, 2004; VAN ZEELAND *et al.*, 2009), e pode ser uma das explicações para a arara N4

apresentar arrancamento de penas. Assim, pode-se afirmar que o enriquecimento ambiental alimentar teve um efeito positivo sobre o arrancamento de penas observado no presente estudo.

4.3.3. Interação com o enriquecimento ambiental

A média de frequência de interação com os enriquecimentos ambientais foi de 5,11%, com uma variação de 0,40% a 17,38% ($\chi^2 = 72,697$; $p < 0,001$). Alta variação na frequência de interação foi registrada também por Telles *et al.* (2015). Os autores verificaram uma variação de 5,54% a 20,26%, o que pode estar relacionado à presença de hierarquia dentro do bando, ao grau de interesse pelos itens utilizados (TELLES *et al.*, 2015) ou ao grau de neofobia.

Ao analisar o comportamento de interação com o enriquecimento (Apêndice 3, Figuras 1-7), foi observado que, de maneira geral, os indivíduos apresentaram maior interação com os itens “Rolinhas de girassol” (24,4%), “Pinhas recheadas” (21,12%), “Espiga de milho” (17,04%) e “Caixas de ovo” (13,26%) (Figura 11). Separando as aves nos grupos “FAG” e “Zoológico”, verificou-se que a distribuição das frequências segue o mesmo padrão, assim como quando calculadas as frequências para cada recinto (Figura 11). Porém, nos recintos D4 e D5, as aves interagiram mais com os picolés de fruta (9,35%) do que com as espigas de milho (4,67% e 0%, respectivamente), no recinto 22A houve maior interação com as caixas surpresa (21,37%), se tornando o segundo item com maior interação em relação às espigas de milho (13,26%), e no recinto BC houve interação apenas com as espigas de milho (a ave esteve em período reprodutivo durante toda a etapa de enriquecimento, interagindo apenas com esse item em um dia que esteve fora do ninho).

A frequência de interação com o enriquecimento ambiental foi maior nos recintos D4 (10,07%), 22A (8,52%), BB (5,28%), D12 (5,19%), e 7 (4,35%), variando conforme o item (Figura 11) e o indivíduo (Figura 12). No recinto D5, o indivíduo N3 apresentou um tempo maior para iniciar a interação com os enriquecimentos, gerando uma frequência de interação menor (apenas 2,7%) que os indivíduos nos recintos anteriormente citados. Já nos recintos 20B e BC, havia indivíduos em período reprodutivo, os quais interagiram pouco com os enriquecimentos oferecidos (1,32% e 0,4%, respectivamente).

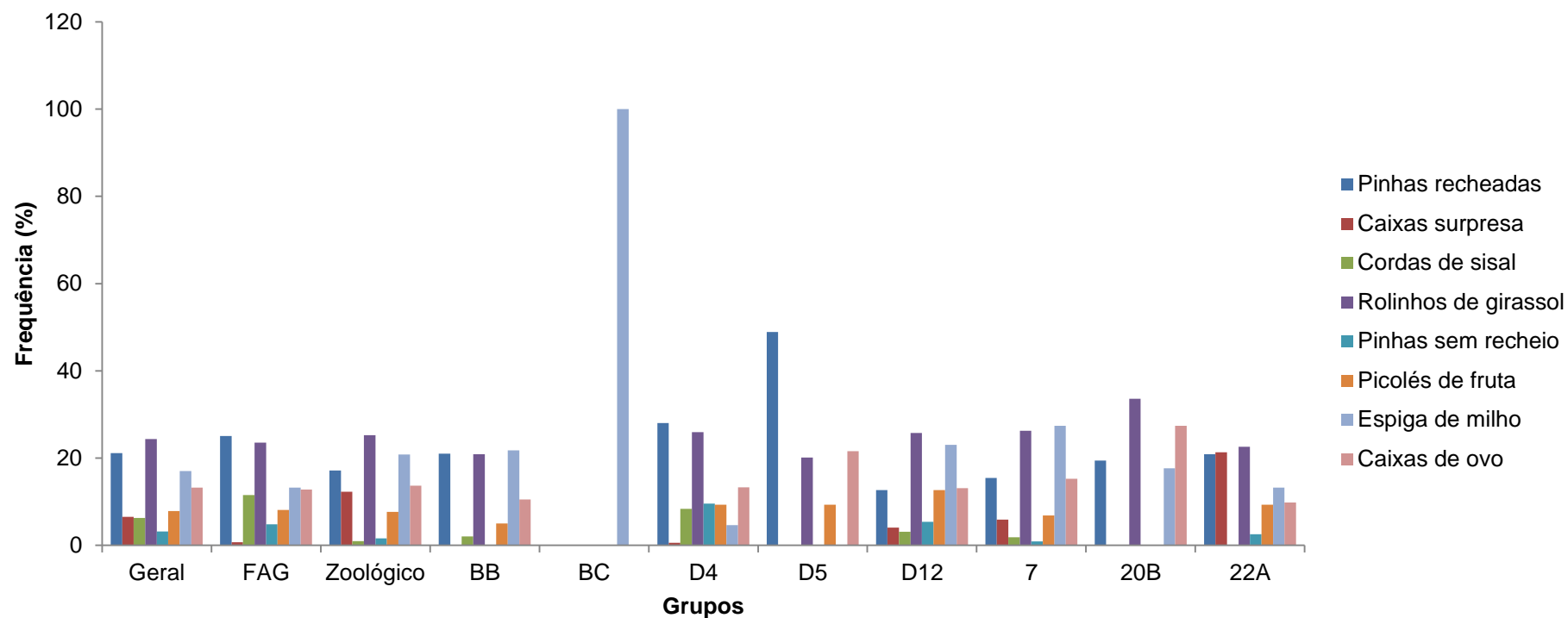


Figura 11. Frequência de interação (%) por grupo para cada enriquecimento ambiental oferecido para as araras-canindé (*Ara ararauna*) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e do Zoológico Municipal de Cascavel. Legenda: Geral: todos os indivíduos; FAG: indivíduos da FAG; Zoológico: indivíduos do Zoológico; BB, BC, D4, D5, D12, 7, 20B e 22A: indivíduos de cada recinto.

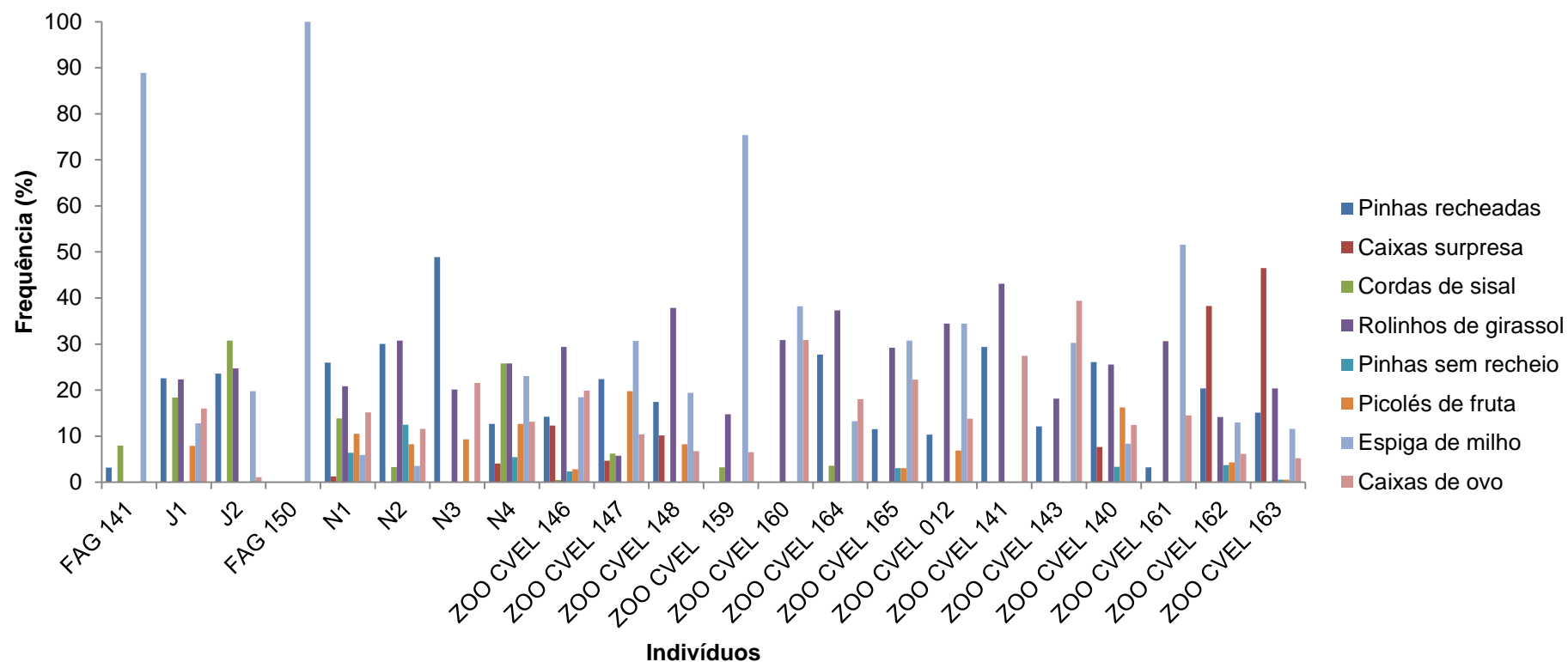


Figura 12. Frequência de interação (%) por arara-canindé (*Ara ararauna*) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e do Zoológico Municipal de Cascavel para cada enriquecimento ambiental oferecido.

A escolha de um determinado item para interação e o tempo despendido no mesmo fornecem informações importantes sobre a preferência de estímulos pelos animais (BROOM, 1988). A avaliação da preferência de itens é uma etapa essencial para identificar quais enriquecimentos são viáveis tanto em nível de indivíduo quanto de espécie (MEHRKAM & DOREY, 2015), permitindo planejar melhores condições de alojamento e manutenção dos animais em cativeiro. Van Hoek & King (1997) verificaram que tiribas-de-barriga-vermelha têm preferência por enriquecimentos naturais e comestíveis, como itens contendo frutas, pois são familiares às aves e fazem parte da dieta diária oferecida pela instituição onde são mantidas. Preferência por itens de enriquecimento alimentar aos itens de enriquecimento físico também foi verificado em curicas por Meehan *et al.* (2003). Além disso, o forrageio é uma atividade que ocupa 40 a 60% do tempo dos psitacídeos (LIGHTFOOT & NACEWICZ, 2006) e o enriquecimento alimentar representa uma boa alternativa de entretenimento para as araras-canindé em cativeiro, desde que permitam também a atividade física.

Em um estudo com papagaios-verdadeiros, caixas com frutas e picolés de frutas foram enriquecimentos menos aceitos pelas aves, enquanto o milho na forma de sabugo e milho verde foram itens com maior interação (MELO *et al.*, 2014), resultados semelhantes ao presente trabalho. Fox & Millam (2007), ao testarem objetos de enriquecimento desconhecidos às aves e de tamanhos semelhantes no estudo com curicas, verificaram que as aves evitaram certos tipos de objetos, indicando que estas conseguem perceber as diferenças entre eles, mostrando preferência por determinados itens. Essas informações podem ser utilizadas para outros psitacídeos, já que as diferentes espécies do grupo possuem comportamentos semelhantes.

Analisando a similaridade da frequência de interação com os diversos itens de enriquecimento entre os recintos, verificou-se que tanto os indivíduos quanto os grupos interagem de maneira diferente em relação aos diversos enriquecimentos ambientais, ou seja, não apresentam a mesma frequência de interação (Tabela 9). Além disso, diferença significativa ($p < 0,001$) foi encontrada quando analisada a frequência com que cada ave interage com cada enriquecimento, resultados que permitem afirmar que cada arara-canindé possui preferência por itens específicos.

Um estudo com macacos-prego (*Cebus apella*) realizado por Mendonça-Furtado (2006) mostrou que indivíduos alojados em grupos interagem mais com os enriquecimentos do que indivíduos alojados sozinhos, pois, quando um indivíduo do grupo supera a neofobia e toma a iniciativa de se aproximar dele, há redução da neofobia do grupo. Isso também pode acontecer entre as araras-canindé, já que são animais sociais. Apesar do recinto 20B conter três araras, ficou evidente que elas não formam um grupo social devido às interações negativas dos indivíduos ZOO CVEL 012 e ZOO CVEL 143 com o indivíduo ZOO CVEL 141.

Tabela 9. Resultados do teste do χ^2 para a frequência de interação com os diferentes itens de enriquecimento entre os recintos e entre as araras-canindé (*Ara ararauna*) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e do Zoológico Municipal de Cascavel. Asteriscos (*) indicam valores significativos ($p < 0,05$).

Enriquecimento ambiental	Entre recintos		Entre indivíduos	
	χ^2	p	χ^2	p
Pinhas recheadas	65,9801*	<0,001*	181,616*	<0,001*
Caixas surpresa	65,9801*	<0,001*	576,034*	<0,001*
Cordas de sisal	29,4452*	0,001*	326,343*	<0,001*
Rolinhos de girassol	30,6947*	<0,001*	118,554*	<0,001*
Pinhas sem recheio	37,1564*	<0,001*	119,913*	<0,001*
Picolés de fruta	22,6727*	0,002*	147,113*	<0,001*
Espigas de milho	264,2379*	<0,001*	562,352*	<0,001*
Caixas de ovo	33,5965*	<0,001*	149,233*	<0,001*

Por serem aves muito ativas e possuírem alta capacidade cognitiva, os psitacídeos necessitam de diferentes tipos de estímulos para reduzir-se o tempo ocioso e prevenir possíveis comportamentos que possam ser prejudiciais. Informações sobre a biologia são limitadas para a maioria das espécies do grupo, se tornando um grande desafio para o manejo em cativeiro. Sendo assim, a observação diária das aves é de extrema importância para entender o seu comportamento, verificando como elas interagem com os itens oferecidos, e avaliar quais técnicas devem ser utilizadas (ALLGAYER & CZIULIK, 2007). Além disso, deve-se considerar a personalidade de cada indivíduo, pois cada um lida de forma diferente com os itens de enriquecimento (CORAT, 2009) e, também, a história de vida de cada ave (procedência, idade, tempo de permanência no cativeiro), já que pode influenciar na interação com os itens oferecidos.

Como observado em diversos trabalhos, o enriquecimento age na raiz do problema, e se não o faz, pelo menos aumenta a qualidade de vida dos animais ao oferecer novas oportunidades de comportamentos e dá aos indivíduos a escolha de participar ou não do tratamento (MASON *et al.*, 2007). Avaliar o comportamento dos animais em longo prazo, após a retirada dos itens oferecidos, auxilia na distinção entre efeitos temporários e permanentes do enriquecimento ambiental (BASHAW *et al.*, 2003).

Descontinuar a aplicação do enriquecimento ambiental provoca o retorno dos comportamentos incomuns (MELO *et al.*, 2014). O enriquecimento ambiental deve-se tornar um hábito na manutenção de animais em cativeiro, desenvolvendo-se um protocolo de itens a serem oferecidos em um longo período de tempo, de forma variada e rotacional para evitar habituação à rotina permanente e perda de interesse pelos mesmos (STAN *et al.*, 2002; MEEHAN *et al.*, 2004; FOX & MILLAM, 2007; ALVES & MELO, 2007; CORAT, 2009; DELAI, 2011; CAMARGO *et al.*, 2014; RUPLEY & SIMONE-FEILICHER, 2015).

4.4. Metabólitos de corticosterona

Analisando a média dos níveis de metabólitos de corticosterona (Tabela 10 e Figuras 13-14), verificou-se que houve redução das concentrações da etapa de pré-enriquecimento para a etapa de enriquecimento e da etapa de enriquecimento para a etapa de pós-enriquecimento, porém, sem diferença significativa ($F = 0,067$; $p = 0,798$). Foi possível observar que houve diferença significativa entre indivíduos ($F = 15,428$; $p < 0,001$), entre fêmeas e machos ($F = 11,852$; $p = 0,001$), entre recintos ($F = 22,230$; $p < 0,001$) e entre os locais de estudo ($F = 64,810$; $p < 0,001$) (Tabelas 10-11 e Figuras 15-18).

Em relação à linha basal (Tabela 10 e Figura 11), seguiu-se o mesmo padrão de redução que as concentrações médias, também sem diferença significativa ($F = 0,128$; $p = 0,724$). Diferenças significativas foram encontradas entre indivíduos ($F = 6,971$; $p < 0,001$), entre sexos ($F = 10,309$; $p = 0,003$), entre locais de estudo ($F = 44,04$; $p = 0,001$) e entre recintos ($F = 14,396$; $p < 0,001$) (Tabela 10 e Figuras 15-18).

Tabela 10. Concentração média (\pm erro padrão), linha basal (média \pm erro padrão) e pico de metabólitos de corticosterona em ng/g apresentadas pelas araras-canindé (*Ara ararauna*) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e do Zoológico Municipal de Cascavel durante as três etapas do estudo.

Grupo ou Indivíduo	Pré-enriquecimento			Enriquecimento			Pós-enriquecimento		
	Média	Linha basal	Pico	Média	Linha basal	Pico	Média	Linha basal	Pico
Geral	136,56 \pm 20,99	98,41 \pm 16,35	-	132,81 \pm 19,51	89,48 \pm 15,69	-	124,64 \pm 16,30	87,82 \pm 10,54	-
FAG	52,18 \pm 8,28	39,93 \pm 4,92	-	61,83 \pm 6,36	46,40 \pm 6,81	-	61,59 \pm 4,69	47,94 \pm 0,95	-
Zoológico	170,32 \pm 20,94	121,79 \pm 19,92	-	161,20 \pm 21,23	106,71 \pm 19,40	-	149,86 \pm 16,94	103,77 \pm 11,21	-
Fêmeas	115,22 \pm 30,98	93,22 \pm 28,30	-	102,74 \pm 17,50	82,96 \pm 10,02	-	95,49 \pm 14,61	67,24 \pm 7,73	-
Machos	165,02 \pm 24,43	105,32 \pm 10,43	-	172,89 \pm 34,27	122,55 \pm 30,39	-	163,51 \pm 26,17	115,26 \pm 17,30	-
Recinto BB	46,38 \pm 8,37	39,27 \pm 19,92	-	60,79 \pm 8,87	40,22 \pm 4,03	-	66,10 \pm 1,84	47,59 \pm 1,24	-
Recinto BC	69,56 \pm 11,38	41,92 \pm 3,47	-	64,93 \pm 5,03	64,93 \pm 5,03	-	48,06 \pm 5,54	49 \pm 4,03	-
Recinto 7	151,13 \pm 25,08	129,97 \pm 28,88	-	157,36 \pm 27,21	98,85 \pm 17,94	-	145,73 \pm 17,40	102,29 \pm 13,30	-
Recinto 20B	215,07 \pm 27,27	102,72 \pm 21,80	-	170,16 \pm 38,97	125,07 \pm 56,14	-	159,51 \pm 46,04	107,23 \pm 25,29	-
FAG 141	36,71 \pm 6,82	32,31 \pm 5,62	94	43,07 \pm 7,78	36,43 \pm 4,36	136	69,78 \pm 17,20	49 \pm 3,66	348
J1	63,06 \pm 8,90	53,07 \pm 5,88	116	70,30 \pm 19,42	48,28 \pm 6,54	415	64,26 \pm 11,71	48,65 \pm 4,86	220
J2	39,38 \pm 5,88	32,43 \pm 3,99	89	69 \pm 20,33	35,94 \pm 3,73	451	64,25 \pm 15,63	45,11 \pm 5,45	331
FAG 150	69,56 \pm 11,38	41,92 \pm 3,47	204	64,93 \pm 5,03	64,93 \pm 5,03	-	48,06 \pm 5,54	49 \pm 4,03	109
ZOO CVEL 146	85,57 \pm 30,41	85,57 \pm 30,41	-	80,62 \pm 20,68	54,27 \pm 9,02	289	107 \pm 34,21	48,20 \pm 8,28	501
ZOO CVEL 147	136,50 \pm 36,99	136,50 \pm 36,99	-	110,25 \pm 23,47	83 \pm 14,53	374	113,06 \pm 14,23	113,06 \pm 14,23	-
ZOO CVEL 148	111,71 \pm 40,57	75,33 \pm 21,23	330	123,23 \pm 18,96	123,23 \pm 18,96	-	91,40 \pm 16,55	77,93 \pm 10,33	280
ZOO CVEL 159	268 \pm 126,97	268 \pm 126,97	-	172,64 \pm 52,82	81,38 \pm 8,40	567	142,75 \pm 48,27	96 \pm 13,17	657
ZOO CVEL 160	139,44 \pm 28,77	116,50 \pm 19,69	323	272,10 \pm 86,94	193,22 \pm 40,89	982	216,36 \pm 48,81	158,17 \pm 29,40	698
ZOO CVEL 164	101,89 \pm 25,18	101,89 \pm 25,18	-	107,93 \pm 29,08	60,64 \pm 11,03	409	158,65 \pm 40,14	96 \pm 14,69	782
ZOO CVEL 165	215,33 \pm 90,07	126 \pm 13,05	930	234,73 \pm 138,91	96,20 \pm 11,44	1.620	190,86 \pm 39,36	126,64 \pm 15,16	582
ZOO CVEL 012	231,45 \pm 67,28	140,78 \pm 18,63	821	170,85 \pm 58,44	66,60 \pm 10,38	669	124,75 \pm 22,39	76,20 \pm 7,47	416
ZOO CVEL 141	161,83 \pm 92,98	69,27 \pm 9,63	1.180	102,32 \pm 13,29	71,29 \pm 4,19	233	103,05 \pm 14,74	88,15 \pm 11,32	285
ZOO CVEL 143	251,93 \pm 77,91	98,10 \pm 24,02	1.006	237,31 \pm 42,65	237,31 \pm 42,65	-	250,73 \pm 56,70	157,33 \pm 29,20	782

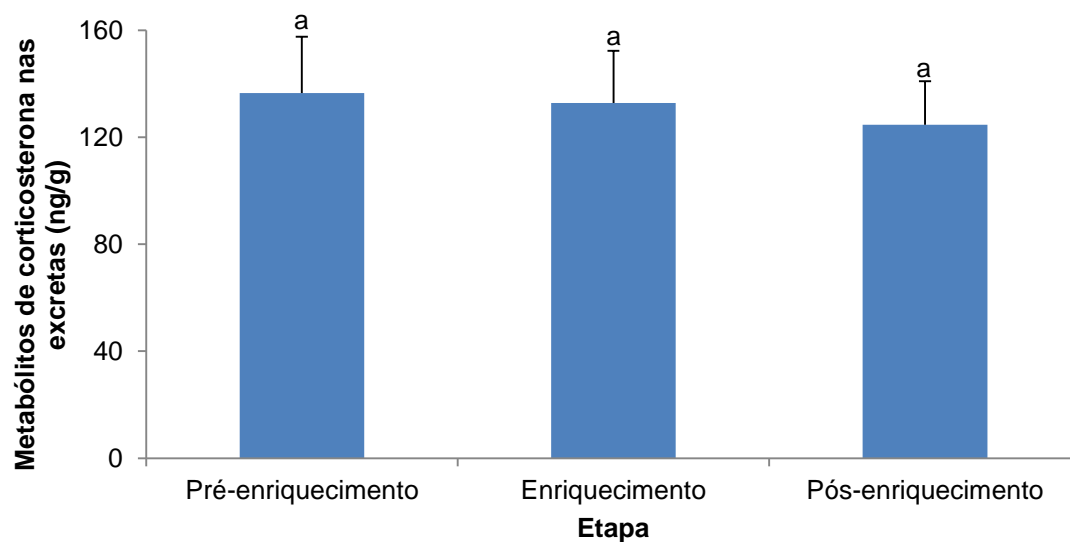


Figura 13. Concentração média (+ erro padrão) de metabólitos de corticosterona nas excretas das araras-canindé (*Ara ararauna*) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e do Zoológico Municipal de Cascavel durante as três etapas do estudo. Letras iguais indicam ausência de diferença significativa.

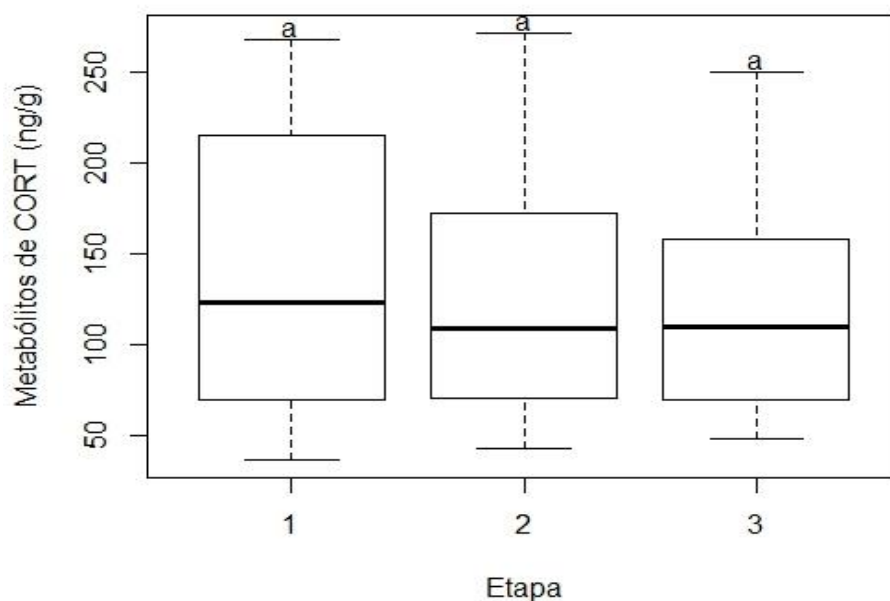


Figura 14. Medianas, quartis e amplitude das concentrações de metabólitos de corticosterona nas excretas das araras-canindé (*Ara ararauna*) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e do Zoológico Municipal de Cascavel durante as três etapas do estudo. Legenda: 1 – Pré-enriquecimento; 2 – Enriquecimento; 3 – Pós-enriquecimento. Letras iguais indicam ausência de diferença significativa.

Tabela 11. Valores de p para a diferença de concentrações de metabólitos de corticosterona entre as araras-canindé (*Ara ararauna*) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e do Zoológico Municipal de Cascavel. Asteriscos (*) indicam valores significativos ($p < 0,05$).

Indivíduo	FAG 141	J1	J2	FAG 150	ZOO CVEL 146	ZOO CVEL 147	ZOO CVEL 148	ZOO CVEL 159	ZOO CVEL 160	ZOO CVEL 164	ZOO CVEL 165	ZOO CVEL 012	ZOO CVEL 141	ZOO CVEL 143
FAG 141														
J1	0,921													
J2	0,999	0,999												
FAG 150	0,994	0,999	1,000											
ZOO CVEL 146	0,117	0,919	0,453	0,690										
ZOO CVEL 147	0,004*	0,173	0,029*	0,067	0,969									
ZOO CVEL 148	0,015*	0,408	0,090	0,189	0,999	0,999								
ZOO CVEL 159	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	0,040*	0,541	0,256							
ZOO CVEL 160	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	0,016*	0,321	0,127	1,000						
ZOO CVEL 164	0,004*	0,158	0,025*	0,060	0,960	1,000	0,999	0,572	0,347					
ZOO CVEL 165	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	0,008*	0,200	0,071	0,999	1,000	0,219				
ZOO CVEL 012	<0,001*	0,002*	<0,001*	<0,001*	0,117	0,839	0,534	0,999	0,999	0,864	0,995			
ZOO CVEL 141	0,004*	0,170	0,028*	0,065	0,967	1,000	0,999	0,548	0,327	1,000	0,204	0,845		
ZOO CVEL 143	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	0,001*	0,041*	0,012*	0,972	0,998	0,046*	0,999	0,802	0,043*	

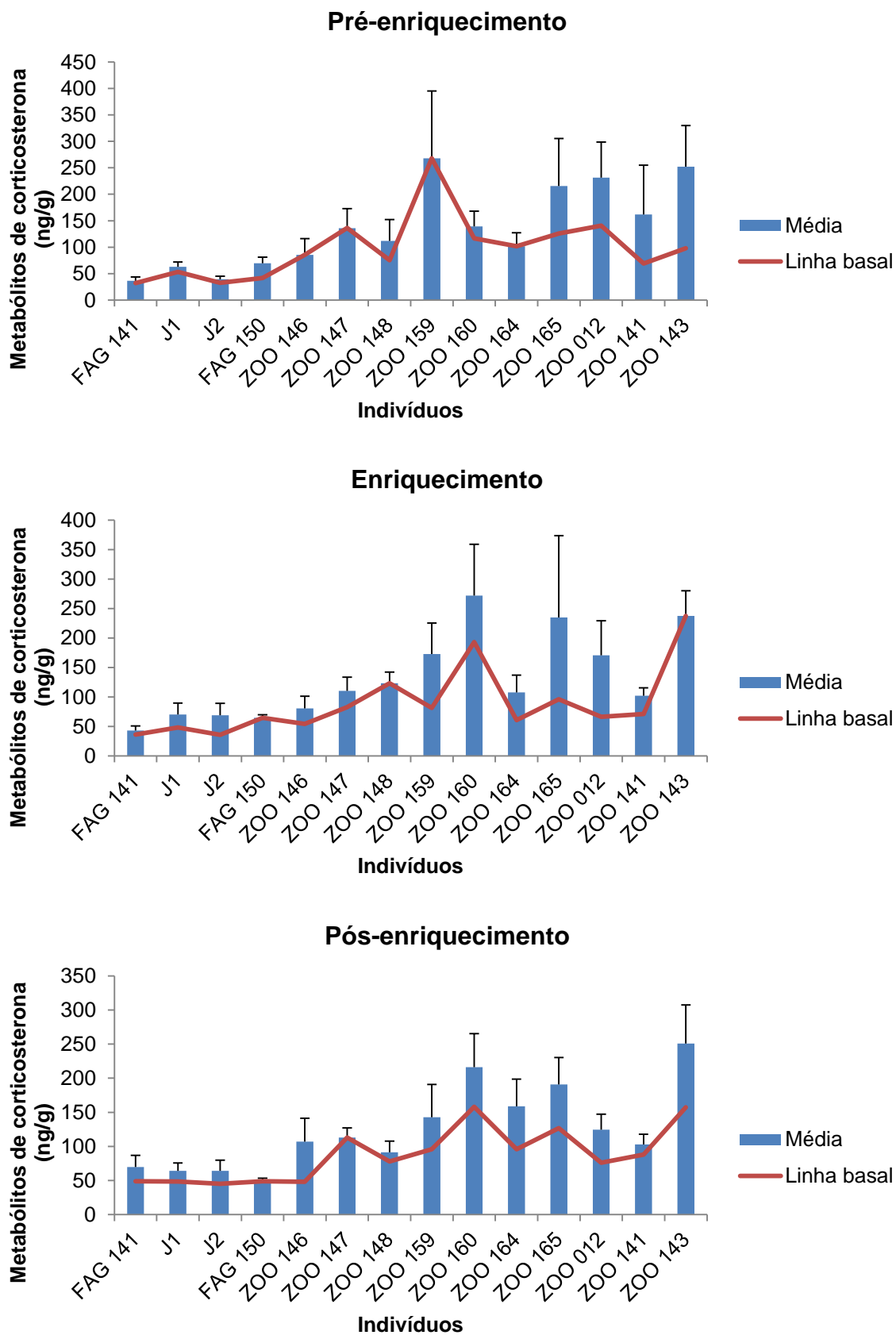


Figura 15. Médias (+ erro padrão) e linha basal das concentrações de metabólitos de corticosterona nas excretas das araras-canindé (*Ara ararauna*) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e do Zoológico Municipal de Cascavel por indivíduo durante as três etapas do estudo.

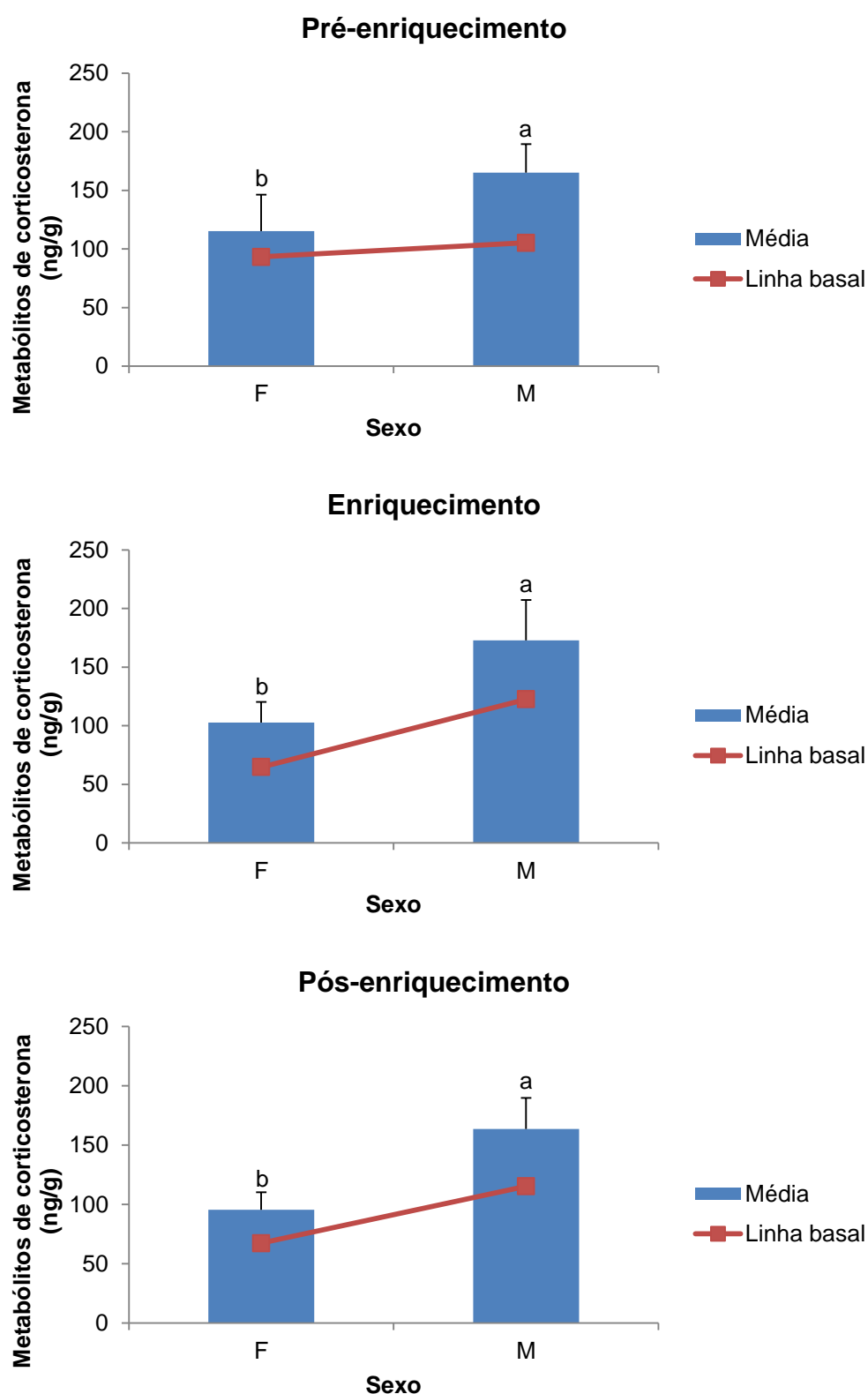


Figura 16. Médias (+ erro padrão) e linha basal das concentrações de metabólitos de corticosterona nas excretas das araras-canindé (*Ara ararauna*) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e do Zoológico Municipal de Cascavel por sexo durante as três etapas do estudo. Legenda: F = Fêmea; M = Macho. Letras diferentes indicam diferença significativa.

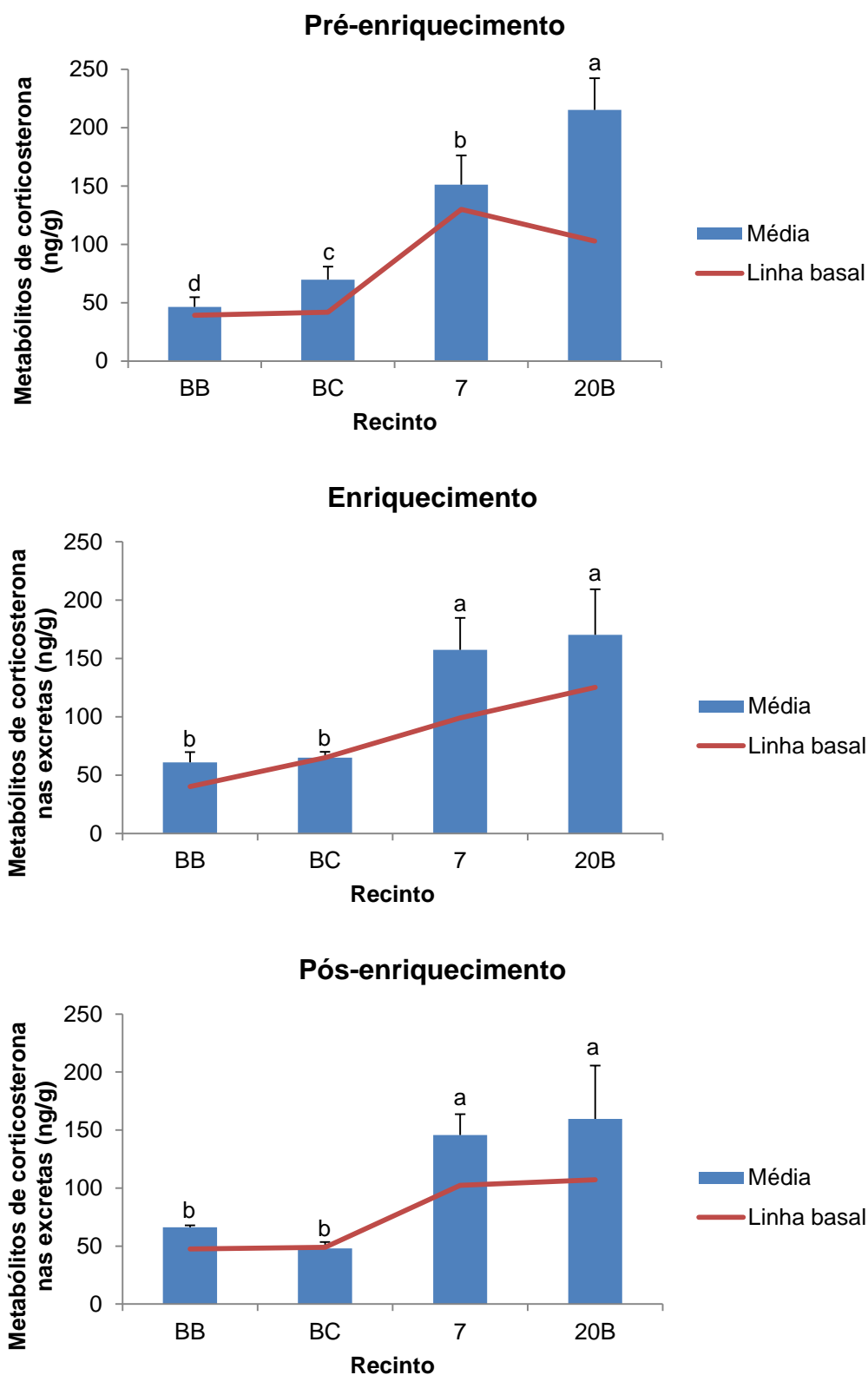


Figura 17. Médias (+ erro padrão) e linha basal das concentrações de metabólitos de corticosterona nas excretas das araras-canindé (*Ara ararauna*) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e do Zoológico Municipal de Cascavel por recinto durante as três etapas do estudo. Letras diferentes indicam diferença significativa.

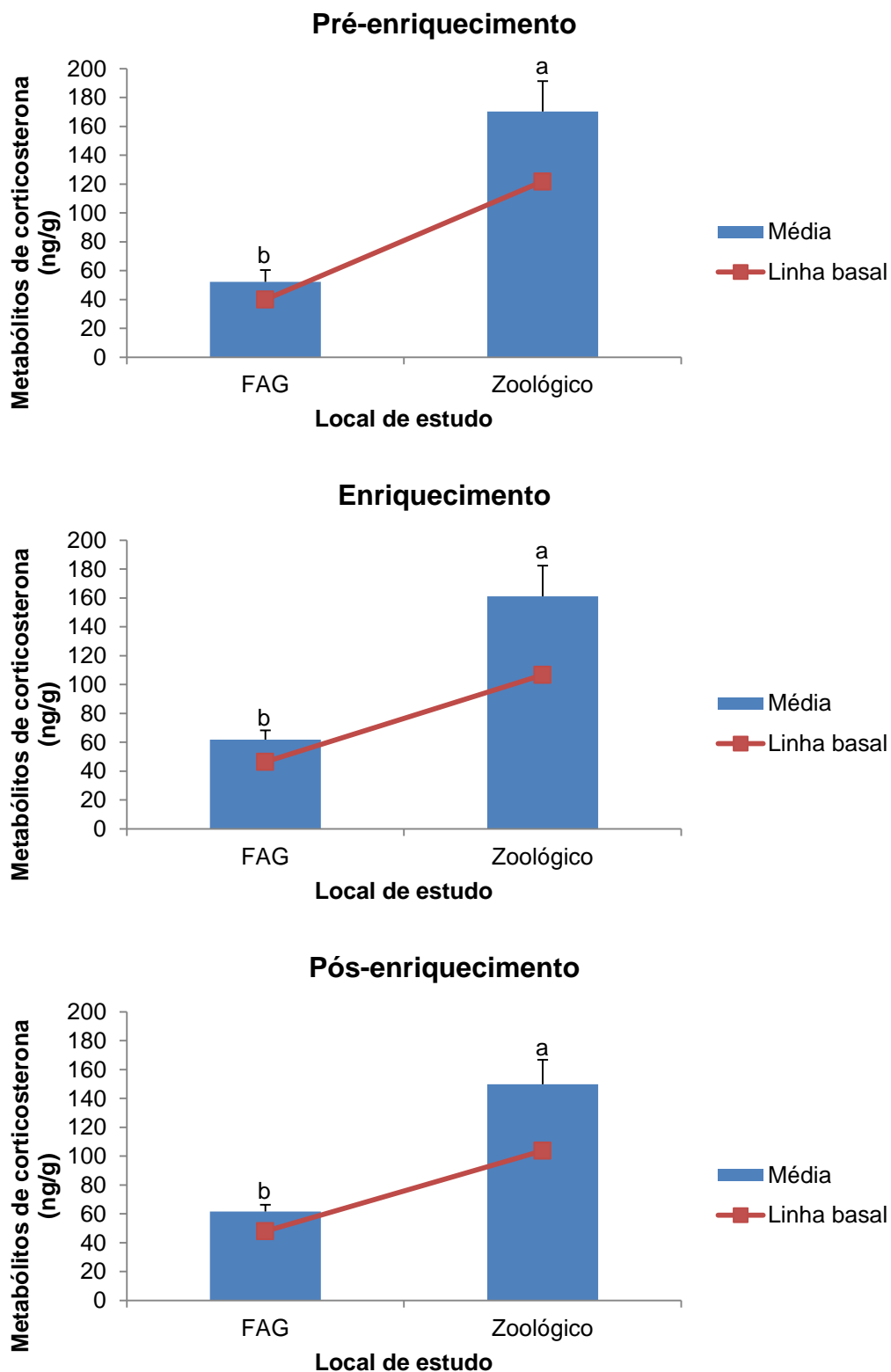


Figura 18. Médias (+ erro padrão) e linha basal das concentrações de metabólitos de corticosterona nas excretas das araras-canindé (*Ara ararauna*) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e do Zoológico Municipal de Cascavel por local de estudo durante as três etapas do estudo. Letras diferentes indicam diferença significativa.

Analisando os níveis dos metabólitos de corticosterona das araras por local (FAG e Zoológico), esperava-se que os indivíduos FAG 150 e ZOO CVEL 012 apresentassem maiores concentrações em relação aos outros indivíduos devido ao investimento reprodutivo e ao período de incubação. O período de incubação é o que mais provoca secreção de corticosterona, como verificado para fura-buxo-de-cara-cinza (*Pterodroma macroptera goudi*) por Adams *et al.* (2005). Entretanto, elas apresentaram concentrações semelhantes às araras dos respectivos locais de estudo durante o período reprodutivo (Tabela 10). Além disso, os ovos não eclodiram e as análises dos ovos através de ovoscopia indicaram que o embrião não estava desenvolvido. A não eclosão dos ovos pode indicar (i) não fecundação dos ovos, (ii) baixa fecundidade dos machos ou (iii) influência de altas concentrações de corticosterona nas fêmeas e nos seus parceiros devido ao estresse sofrido pelo ambiente de cativeiro, afetando negativamente a reprodução (o parceiro da arara FAG 150 não foi incluído no presente estudo por ser uma araracanga, *Ara macao*). Altas concentrações de glicocorticoides estão relacionadas ao baixo sucesso reprodutivo, pois inibem a fisiologia e o comportamento reprodutivo, a atividade das gônadas, a maturação de oogônias e espermatogônias e o desenvolvimento do embrião, podendo causar mortalidade dos mesmos (WILSON & FOLLETT, 1976; CAIN & LIEN, 1985; CARLSTEAD & SHEPHERDSON, 1994; SAPOLSKY *et al.*, 2000; ERIKSEN *et al.*, 2003; BREUNER, 2010).

Diferenças nas concentrações entre os locais de estudo, entre sexos e entre indivíduos podem ser explicadas por diversos fatores. As respostas tanto comportamentais quanto hormonais dependem da personalidade, idade, sexo, genética, *status* social, capacidade de resposta adrenal e experiência com os diferentes fatores estressores, influenciando nas estratégias utilizadas por cada indivíduo para lidar com as situações de estresse (ROMERO *et al.*, 1997; SHEPHERDSON & CARLSTEAD, 2001; CARERE *et al.*, 2003; WINGFIELD & SAPOLSKY, 2003; MILLSPAUGH & WASHBURN, 2004; TOUMA & PALME, 2005; MOREIRA *et al.*, 2007; PARNELL *et al.*, 2014; OZELLA *et al.*, 2015a). Dieta, taxa metabólica, composição bacteriana no intestino e rota de excreção dos metabólitos (urina e fezes) também são fatores que diferem entre indivíduos e que influenciam na concentração de metabólito excretado

(SCHWARZENBERGER *et al.*, 1996; TOUMA *et al.*, 2003; GOYMANN, 2005; KLASING, 2005; PALME *et al.*, 2005; TOUMA & PALME, 2005, GOYMANN, 2012; PELLEGRINI *et al.*, 2015).

Em relação aos locais de estudo, apesar da aparente habituação das aves aos visitantes, a exposição a um grande número de visitantes era maior no Zoológico do que no Viveiro Conservacionista da FAG, o que pode refletir na fisiologia das aves. Em sisões (*Tetrax tetrax*) de vida livre, Tarjuelo *et al.* (2015) encontraram altas concentrações de metabólitos de corticosterona nas excretas em resposta ao aumento do número de pessoas durante os finais de semana na área estudada. Os autores também verificaram um aumento na frequência de voo, comportamento essencial para fuga em resposta às perturbações antrópicas. Porém, dentro do cativeiro, não há essa possibilidade, com o limite de apresentar alguns poucos pontos de esconderijo, o que influencia na resposta fisiológica. Resultados diferentes do apresentado por Tarjuelo *et al.* (2015) são encontrados nos trabalhos de Fowler (1999) e Walker *et al.* (2006), os quais demonstraram que pinguins-de-Magalhães que nidificavam em áreas expostas ao turismo estavam habituados aos visitantes, apresentando baixas frequências de comportamentos agressivos e baixas concentrações de corticosterona plasmática em relação às aves que nidificavam em áreas não expostas ao turismo e eram expostos ao estresse de captura para coleta de sangue. Com o oferecimento de enriquecimento ambiental, houve redução dos comportamentos incomuns associados ao cativeiro nas araras-canindé do Zoológico, o mesmo acontecendo com as concentrações de metabólitos de corticosterona, o que enfatiza a importância desse tipo de manejo para minimizar o efeito negativo do cativeiro sobre as aves.

Diferenças entre os locais de estudo também podem ser atribuídas ao tamanho, composição e grau de parentesco do grupo mantido em cada recinto, diferenças no manejo e interação dos tratadores com os animais, e características dos recintos (PARNELL *et al.*, 2014). Entretanto, para associar esses fatores às respostas fisiológicas, seriam necessários outros estudos.

Diferenças nas concentrações entre sexo já foi verificada em diversos estudos. Em galos-domésticos, Rettenbacher *et al.* (2004) verificaram que as fêmeas apresentaram maiores concentrações de metabólitos de

glicocorticoides em relação aos machos. Em pombos (*Zenaida macroura*) (WASHBURN *et al.*, 2003), em gansos-bravo (*Anser anser*) (SCHEIBER *et al.*, 2015) e em pinguins-africanos (*Sphenicus demersus*) (OZELLA *et al.*, 2015b) não foram encontradas diferenças entre machos e fêmeas. Em ararajubas, Sinhorini (2013) encontrou maiores concentrações de glicocorticoides em machos do que em fêmeas, exceto na época reprodutiva, na qual as concentrações foram semelhantes. Concentrações maiores em machos em relação às fêmeas foram encontradas em galos-lira (*Tetrao tetrix*) por Baltic *et al.* (2005) e em pinguins-de-Adélia (*Pygoscelis adeliae*) por Ninnes *et al.* (2010).

O nível de metabólitos excretados, bem como dos metabólitos de glicocorticoides imunorreativos ao ensaio utilizado, difere significativamente entre machos e fêmeas (TOUMA & PALME, 2005). Quando analisadas as concentrações dos metabólitos de corticosterona das catorze araras, encontramos diferença significativa ($F = 11,852$; $p = 0,001$), com machos apresentando concentrações maiores que as fêmeas. Contudo, quando analisadas apenas as araras do Zoológico, não há diferença ($F = 0,305$; $p = 0,581$). Essa semelhança pode estar relacionada ao período reprodutivo, como verificado por Sinhorini (2013), no qual ambos os sexos apresentam concentrações de metabólitos de glicocorticoides elevadas. A presença de menores concentrações de glicocorticoides nas excretas das fêmeas do Viveiro Conservacionista da FAG quando comparadas com as fêmeas do Zoológico (médias de concentrações entre os locais usando-se apenas os dados das fêmeas mostrou diferença significativa: $F = 57,191$; $p < 0,001$) pode ser devido aos vários fatores citados anteriormente.

4.5. Correlação entre comportamento e fisiologia

Estudos têm mostrado a eficiência da correlação de dados fisiológicos e comportamentais no entendimento do comportamento animal, pois essa combinação de dados fornece maior informação do que quando estes são analisados separadamente (SHEPHERDSON & CARLSTEAD, 2001). Os resultados para a correlação de Spearman entre os dados comportamentais e os dados fisiológicos se encontram na Tabela 12.

Tabela 12. Coeficientes de correlação de Spearman (rs) entre comportamentos e metabólitos hormonais das araras-canindé (*Ara ararauna*) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e do Zoológico Municipal de Cascavel. V: vocalizar; L: locomover-se; MA: manutenção da higiene; M: movimentar-se; IO: interação com objeto; O: outros; IS: interação social; IS+: interação social positiva; IS-: interação social negativa; EP: eriçar penas; AL: alimentar-se; R: repousar; CI: comportamento incomum; CP: cuidado parental; IE: interação com enriquecimento. Asteriscos (*) indicam valores significativos ($p < 0,05$); símbolos (†) indicam valores com tendência à significância.

Comportamento	Pré-enriquecimento		Enriquecimento		Pós-enriquecimento	
	rs	p	rs	p	rs	p
V	-0,407	0,151 [†]	0,147	0,616	-0,077	0,794
L	-0,578	0,033*	-0,099	0,736	-0,229	0,431
R	0,068	0,820	-0,284	0,325	0,409	0,146 [†]
M	0,310	0,281	-0,138	0,638	0,275	0,341
MA	-0,011	0,976	0,125	0,671	0,216	0,459
IO	-0,547	0,046*	0,187	0,522	-0,295	0,306
IS	-0,196	0,502	-0,165	0,573	0,011	0,970
IS+	0,007	0,988	0,266	0,357	0,161	0,583
IS-	-0,648	0,014*	-0,574	0,035*	-0,299	0,299
EP	0,209	0,473	-0,002	1,000	0,394	0,164 [†]
AL	0,095	0,750	0,618	0,021*	0,293	0,310
CI	0,468	0,094 [†]	0,283	0,325	0,398	0,159 [†]
CP	0,501	0,068 [†]	0,089	0,763	-0,015	0,959
IE	-	-	-0,051	0,868	-	-
O	-0,055	0,856	-0,490	0,078 [†]	0,022	0,941

Na etapa de pré-enriquecimento, houve correlação negativa entre os comportamentos “Locomover-se”, “Interagir com objeto” e “Interação social negativa” com os dados de metabólitos de corticosterona, enquanto o comportamento “Vocalizar” apresentou uma tendência à correlação negativa e o comportamento “Comportamento incomum” apresentou uma tendência à correlação positiva com os dados de metabólitos de corticosterona. Os resultados indicam que aves que excretaram maiores concentrações de metabólitos de corticosterona apresentavam comportamentos incomuns com maior frequência e se locomoviam com menor frequência do que aves que excretaram menores concentrações de metabólitos de corticosterona, indicando um maior grau de estresse. Em pardais-branco-coroados (*Zonotrichia leucophrys gambelii*), Breuner *et al.* (1998) verificaram que altos níveis de corticosterona plasmática reduzem o comportamento de locomoção, enquanto níveis moderados induzem o aumento desse comportamento, condição importante em casos de fuga. Aves que interagiram mais com grades e poleiros excretaram menores concentrações de metabólitos de corticosterona, podendo ser uma forma de lidar com o estresse em cativeiro. O comportamento “Cuidado parental” também apresentou tendência à correlação positiva com as concentrações de metabólitos de corticosterona, dados que corroboram os resultados encontrados por Adams *et al.* (2005) de maior secreção de corticosterona no período de incubação de ovos por fura-buxo-de-cara-cinza.

Na etapa de enriquecimento, houve correlação negativa entre o comportamento “Interação social negativa” e as concentrações de metabólitos de corticosterona e correlação positiva entre o comportamento “Alimentar-se” e as concentrações de metabólitos de corticosterona. A ausência de correlação de comportamentos incomuns com concentrações de metabólitos de corticosterona indica a variação individual na forma de lidar com o estresse e a neofobia, como discutido no tópico 4.3.

Tanto na etapa de pré-enriquecimento quanto na etapa de enriquecimento, aves que interagiram negativamente em maior frequência com outras aves excretaram menores concentrações de metabólitos de corticosterona. Por serem etapas realizadas no período reprodutivo, a agressividade pode estar relacionada com defesa de recursos e parceiros e

condição de dominância e subordinação entre os indivíduos. A testosterona é o hormônio associado a esses comportamentos, sendo que os níveis de testosterona decrescem com o aumento da corticosterona devido ao estresse (DEVICHE *et al.*, 2014), sendo, portanto, dependente das concentrações do glicocorticoide. Estudos têm demonstrado que interações agressivas ou agonísticas podem provocar grandes aumentos na secreção de glicocorticoides. Em um grupo de indivíduos, apesar de tanto dominantes quanto subordinados apresentarem forte resposta ao estresse, os subordinados mostram uma resposta maior, já que a limitação de espaço do cativeiro não permite a fuga para longe dos dominantes (CREEL, 2001). Entretanto, essa informação entra em conflito com o estudo em búfalos de Madella-Oliveira *et al.* (2014), no qual animais dominantes apresentam maiores concentrações de metabólitos de corticosterona. Portanto, para estabelecer essas relações, seria necessário realizar a dosagem dos metabólitos de testosterona.

Na etapa de pós-enriquecimento, houve tendência à correlação positiva entre o comportamento “Repousar” e as concentrações de metabólitos de corticosterona; entretanto, não houve correlação entre o comportamento “Locomover-se” e os dados de metabólitos hormonais, não sendo possível afirmar que o aumento concomitante do repouso e dos metabólitos hormonais indica redução na qualidade de vida, já que o repouso é necessário para a manutenção das funções biológicas. Houve, também, uma tendência à correlação positiva entre os comportamentos “Eriçar penas” e “Comportamento anormal” e as concentrações de metabólitos de corticosterona, indicando, novamente, que aves que excretaram maiores concentrações de metabólitos de corticosterona apresentaram maior frequência desses comportamentos associados ao estresse.

Hashimoto (2008) encontrou correlação positiva entre comportamentos incomuns e concentração de metabólitos de corticosterona fecal em seu estudo com jaguatiricas cativas. O autor também verificou redução da frequência de comportamentos incomuns e das concentrações de metabólitos de corticosterona da etapa de pré-enriquecimento para a etapa de enriquecimento, indicando que pode haver uma influência positiva do enriquecimento na redução do estresse nas jaguatiricas, assim como no presente estudo. Em

contraste, o aumento desses parâmetros na etapa de pós-enriquecimento encontradas pelo autor mostra indícios de efeito negativo da remoção do enriquecimento sobre o bem-estar dos animais.

Estudos desenvolvidos com corticosterona depositada em penas de quebra-nozes-de-Clark (*Nucifraga columbiana*) por Fairhurst *et al.* (2011) mostraram que as concentrações do hormônio foram maiores na etapa de curto período de enriquecimento do que nas etapas de pré-enriquecimento e pós-enriquecimento, enquanto na etapa de longo período de enriquecimento as concentrações não diferiram das etapas pré e pós-enriquecimento. Em relação ao comportamento, durante a etapa de curto período de enriquecimento, o comportamento de bicar as penas foi maior do que nas outras etapas do estudo. Segundo os autores, as aves apresentaram neofobia ao enriquecimento oferecido pela primeira vez, durante a etapa de curto período de enriquecimento. Já na etapa onde o enriquecimento foi oferecido por um período mais longo, as aves puderam se adaptar ao novo ambiente, o que resultou em concentrações menores de corticosterona e menor expressão de comportamentos nocivos. Essa pode ser uma explicação para a redução não significativa das concentrações de metabólitos de corticosterona e dos comportamentos incomuns nas araras-canindé: o período de enriquecimento pode ter sido curto para a adaptação necessária aos itens oferecidos às aves.

Moreira *et al.* (2007) verificaram que as concentrações de metabólitos de glicocorticoides fecais em fêmeas de gato-do-mato-pequeno foram menores em recintos enriquecidos do que em um ambiente não enriquecido. Os ambientes pequenos e sem enriquecimento utilizados em uma das fases do estudo, além de provocarem aumento nas concentrações desses metabólitos, levaram ao aumento da frequência de comportamentos estereotipados (*pacing*) tanto nas fêmeas de gato-do-mato-pequeno quanto nas fêmeas de gato-maracajá.

Já foi discutido anteriormente, no tópico 5.3, a influência do aumento do número de visitantes sobre o comportamento das araras-canindé. Assim como houve aumento de comportamentos associados ao estresse em alguns indivíduos durante a etapa de enriquecimento devido ao maior número de visitantes, houve o aumento das concentrações de metabólitos de corticosterona. Mas de maneira geral, essas concentrações tiveram uma

redução tanto na etapa de enriquecimento quanto na etapa de pós-enriquecimento.

Pifarré et al. (2012) verificaram que em dias com maior número de visitantes, lobos mexicanos (*Canis lupus baileyi*) apresentaram maiores concentrações de metabólitos de cortisol e mudanças nas proporções de tempo despendido nos comportamentos “deitado”, “forrageando” e “locomotoão”, mas as relações entre os comportamentos e a atividade adrenal não puderam ser esclarecidas. Em leopardos-nebulosos (*Neofelis nebulosa*) cativos, Wielebnowski et al. (2002) verificaram que os comportamentos excessivos de *pacing*, dormir, se esconder e se automutilar estavam associados com altas concentrações de metabólitos de glicocorticoides, refletindo o aumento do estresse. Carlstead et al. (1993) verificaram que tanto o comportamento de *pacing* quanto as concentrações de metabólitos de cortisol reduziram quando oferecidos enriquecimentos para gatos-leopardo, e o comportamento exploratório teve um aumento durante essa etapa de estudo.

Em visons-americanos (*Neovison vison*), Meagher et al. (2014) encontraram correlação negativa entre o uso de enriquecimento e o total de comportamento estereotipado. No presente estudo, houve a tendência de correlação negativa entre os comportamentos “Interagir com enriquecimento” e “Comportamento incomum” ($r_s = -0,389$; $p = 0,170$), indicando que o enriquecimento é capaz de reduzir os comportamentos incomuns. Outro resultado obtido pelos autores foi a redução das concentrações de metabólitos de cortisol com o oferecimento do enriquecimento. No presente estudo, não houve correlação entre o comportamento “Interagir com enriquecimento” e as concentrações de metabólitos de corticosterona (Tabela 12). Entretanto, a presença de neofobia pode estar associada ao aumento das concentrações dos metabólitos e, mesmo que a ave interaja com o enriquecimento, inicialmente, essas interações são pautadas na curiosidade com certo grau de medo por não saber o que os objetos podem proporcionar. Aumento da resposta adrenal frente ao oferecimento de enriquecimentos ambientais também foi verificado em alguns indivíduos de lobo-guará, enquanto em outros, as concentrações de metabólitos de glicocorticoides reduziram, indicando a presença de variações individuais (VASCONCELLOS, 2009).

5. CONCLUSÕES

- 1) Foi possível validar um método não invasivo para a avaliação das concentrações dos metabólitos de corticosterona em excretas de araras-canindé (*Ara ararauna*).
- 2) O ensaio contra a 11-oxoetiocolanolona foi eficiente na avaliação do enriquecimento ambiental. Foi determinado o tempo (*lag time*) de seis a oito horas entre o pico na concentração sérica de corticosterona e o pico de seus metabólitos nas excretas de arara-canindé.
- 3) O presente estudo envolveu a avaliação conjunta de comportamento e concentração de metabólitos de corticosterona em excretas de araras-canindé. As aves não apresentaram estresse crônico, entretanto, variações individuais apontaram certo grau de estresse no cativeiro.
- 4) O incremento de enriquecimentos ambientais nos recintos contribuiu positivamente para uma mudança no repertório comportamental das araras-canindé mantidas em cativeiro, com aumento da qualidade de vida através da redução de comportamentos associados à ociosidade e do aumento de comportamentos associados à atividade.
- 5) Continuar o oferecimento dos itens que tiveram as maiores frequências de interação pelas aves no presente estudo auxilia na redução da neofobia e estimula o aumento de comportamentos naturais da espécie através da atividade cognitiva e motora.
- 6) É necessário que se faça a correta combinação entre indivíduos da mesma espécie e de espécies diferentes para que haja efetiva redução dos efeitos negativos do cativeiro.
- 7) Os resultados apresentados são ferramentas importantes para aumentar a qualidade de vida de psitacídeos e outras aves cativas e podem auxiliar programas de reprodução em cativeiro e reintrodução de espécies no ambiente natural, promovendo a conservação tanto de espécies ameaçadas quanto não ameaçadas de extinção.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, N. J.; COCKREM, J. F.; TAYLOR, G. A.; CANDY, E. J.; BRIDGES, J. Corticosterone responses of Grey-faced petrels (*Pterodroma macroptera gouldi*) are higher during incubation than during other breeding stages. **Physiological and Biochemical Zoology**, v. 78, n. 1, p. 69-77. 2005.
- ALBANO, N.; SANTIAGO-QUESADA, F.; MASERO, J. A.; SÁNCHEZ-GUZMÁN, J. M.; MÖSTL, E. Immunoreactive cortisone in droppings reflect stress levels, diet and growth rate of gull-billed tern chicks. **General and Comparative Endocrinology**, v. 213, p. 74-80. 2015.
- ALGAYER, M. C.; CZIULIK, M. Reprodução de psitacídeos em cativeiro. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 31, n. 3, p. 344-350. 2007.
- ALLIGOOD, C.; LEIGHTY, K. Putting the “E” in SPIDER: evolving trends in the evaluation of environmental enrichment efficacy in zoological settings. **Animal Behavior and Cognition**, v. 2, n. 3, p. 200-217. 2015.
- ALMEIDA, A. M. R.; MARGARIDO, T. C. C.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Influência do enriquecimento ambiental no comportamento de primatas do gênero *Ateles* em cativeiro. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v. 11, n. 2, p. 97-102. 2008.
- ALTMANN, J. Observational study of behavior: sampling methods. **Behaviour**, v. 49, p. 227-267. 1974.
- ALVES, G. B.; MELO, C. Resposta comportamental de *Chrysocyon brachyurus* ao enriquecimento alimentar desenvolvido no Zoológico Parque do Sabiá, Uberlândia, MG. **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**. 2007.
- ANDRADE, A. A.; AZEVEDO, C. S. Efeitos do enriquecimento ambiental na diminuição de comportamentos anormais exibidos por papagaios-verdadeiros (*Amazona aestiva*, Psittacidae) cativos. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 19, n. 1, p. 56-62. 2011.
- ANTUNES, A. Z. *Ara ararauna* (Linnaeus, 1758). In: BRESSAN, P. M.; KIERULFF, M. C. M.; SUGIEDA, A. M. (Org.). **Fauna ameaçada de extinção no Estado de São Paulo: vertebrados**. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, p. 162. 2009.
- ARENA, P. C.; WARWICK, C. Miscellaneous factors affecting health and welfare. In: WARWICK, C.; FRYE, F. L.; MURPHY J. B. (eds). **Health and welfare captive reptiles**. London: Chapman & Hall, p. 263-283. 1995.
- ASSIS, V. D. L. **Enriquecimento ambiental no comportamento e bem-estar de calopsitas (*Nymphicus hollandicus*)**. Dissertação de Mestrado. Lavras: Universidade Federal de Lavras. 2013.

AVIBASE. **Avibase – Listas de aves de todo o mundo: América do Sul**. 2014. Disponível em: <<http://avibase.bsc-eoc.org/checklist.jsp?region=sam&list=clements>>. Acesso em: 14 mai 2014.

AZEVEDO, C. S.; LIMA, M. F. F.; SILVA, V. C. A.; YOUNG, R. J.; RODRIGUES, M. Visitor influence on the behavior of captive great rheas (*Rhea americana*, Rheidae Aves). **Journal of Applied Animal Welfare Science**, v. 15, n. 2, p. 113-125. 2012.

BALTIC, M.; JENNI-EIERMANN, S.; ARLETTAZ, R.; PALME, R. A noninvasive technique to evaluate human-generated stress in the Black grouse. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1046, p. 81-95. 2005.

BASHAW, M. J.; BLOOMSMITH, M. A.; MARR, M. J.; MAPLE, T. L. To hunt or not to hunt? A feeding enrichment experiment with captive large felids. **Zoo Biology**, v. 22, p. 189-198. 2003.

BEISSINGER, S. R.; BUCHER, E. H. Can parrots be conserved through sustainable harvesting? **BioScience**, v. 42, n. 3, p. 164-173. 1992.

BENAROYA-MILSHTEIN, N.; HOLLANDER, N.; APTER, A.; KUKULANSKY, T.; RAZ, N.; WILF, A.; YANIV, I.; PICK, C. G. Environmental enrichment in mice decreases anxiety, attenuates stress responses and enhances natural killer cell activity. **European Journal of Neuroscience**, v. 20, p. 1341-1347. 2004.

BÉRGAMO, M.; PEREIRA, R. E. P.; ZAPPA, V. Automutilação em psitacídeos – Revisão de literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v. 7, n. 12. 2009.

BERGENDAHL, I. A.; SALVANES, A. G.; BRAITHWAITE, V. A. Determining the effects of duration and recency of exposure to environmental enrichment. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 176, p. 163-169. 2016.

BERKVEN, C. N. **Keratin glucocorticoid analysis by enzyme immunoassay in mammals, birds and reptiles**. Tese de Doutorado. Guelph: University of Guelph. 2012.

BIANCHI, C. A. C. **Biologia Reprodutiva da arara-canindé (*Ara ararauna*, Psittacidae) no Parque Nacional das Emas, GO**. Dissertação de Mestrado. Brasília: Universidade de Brasília. 1998.

BIRDLIFE INTERNATIONAL. **Critically endangered birds: a global audit**. Cambridge, UK: Birdlife International. 2008.

BIRDLIFE INTERNATIONAL. *Triclaria malachitacea*. The IUCN Red List of Threatened Species 2013: e.T22686419A49355959. 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-2.RLTS.T22686419A49355959.en>>. Acesso em: 21 dez 2015.

BIRDLIFE INTERNATIONAL. **IUCN Red list for birds**. 2014. Disponível em: <<http://www.birdlife.org/datazone/species/search>>. Acesso em: 21 mar 2014.

BLOOMSMITH, M. A.; BRENT, L. Y.; SCHAPIRO, S. J. Guidelines for developing and managing an environmental enrichment program for nonhumans primates. **Laboratory Animal Science**, v. 41, n. 4, p. 373-377. 1991.

BOERE, V. Environmental enrichment for Neotropical primates in captivity. **Ciência Rural**, v. 31, n. 3, p. 543-541. 2001.

BOERE, V. **Efeitos do estresse psicossocial crônico e do enriquecimento ambiental em saguis (*Callithrix penicillata*) um estudo comportamental, fisiológico e farmacológico**. Tese de Doutorado. São Paulo: Universidade de São Paulo. 2002.

BORGES, M. P.; BYK, J.; DEL-CLARO, K. Influência de técnicas de enriquecimento ambiental no aumento do bem-estar de *Callithrix penicillata* (E. Geoffroy, 1812) (Primates: Callitrichidae). **Biotemas**, v. 24, n. 1, p. 83-94. 2011.

BORTOLOTTI, G. R.; MARCHANT, T. A.; BLAS, J.; GERMAN, T. Corticosterone in feathers is a long-term, integrated measure of avian stress physiology. **Functional Ecology**, v. 22, p. 494-500. 2008.

BOSSO, P.L. **Enriquecimento Ambiental**. 2011. Disponível em: <<http://www.zoologico.com.br/bastidores/peca/tipos-de-enriquecimento>>. Acesso em: 20 ago 2015.

BRANTSÆTER, M.; NORDGREEN, J.; RODENBURG, T. B.; TAHAMTANI, F. M.; POPOVA, A.; JANCZAK, A. M. Exposure to increased environmental complexity during rearing reduces fearfulness and increases use of three-dimensional space in laying hens (*Gallus gallus domesticus*). **Frontiers in Veterinary Science**, 3:14. 2016. doi:10.3389/fvets.2016.00014.

BREUNER, C. W.; GREENBERG, A. L.; WINGFIELD, J. C. Noninvasive corticosterone treatment rapidly increases activity in Gambel's white-crowned sparrows (*Zonotrichia leucophrys gambelii*). **General and Comparative Endocrinology**, v. 111, p. 386-394. 1998.

BREUNER, C. W. Stress and reproduction in birds. In: NORRIS, D. O. (ed). **Hormones and Reproduction in Vertebrates**, v. 4. Oxford: Elsevier. 2010.

BRIONES, T. L.; KLINTSOVA, A. Y.; GREENOUGH, W. T. Stability of synaptic plasticity in the adult rat visual cortex induced by complex environment exposure. **Brain Research**, v. 1018, p. 130-135. 2004.

BROOM, D. M. Indicators of poor welfare. **British Veterinary Journal**, v. 142, p. 524-526. 1986.

BROOM, D. M. The scientific assessment of animal welfare. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 20, p. 5-19. 1988.

BROOM, D. M. Animal welfare: concepts and measurement. **Journal of Animal Science**, v. 69, p. 4167-4175. 1991.

BROOM, D. M.; MOLENTO, C. F. M. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas – revisão. **Archives of Veterinary Science**, v. 9, n. 2, p. 1-11. 2004.

BUCHANAN, K. L. Stress and the evolution of condition-dependent signals. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 15, n 4, p. 156-160. 2000.

BUJES, C. S.; VERRASTRO, L. Observações sobre o comportamento de *Liolaemus occipitalis* em cativeiro (Sauria, Tropiduridae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 15, n. 4, p. 907-912. 1998.

CAIN, J. R.; LIEN, R. J. A model for drought inhibition of Bobwhite Quail (*Colinus virginianus*) reproductive systems. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 82A, n. 4, p. 925-930. 1985.

CAMARGO, J. R. P.; NASCIMENTO, E. L.; SANTOS-PREZOTO, H. H. Técnicas de enriquecimento ambiental de gato-do-mato *Leopardus guttulus* (Schreber, 1775), em cativeiro: um estudo de caso. **CES Revista**, v. 28, n. 1, p. 169-179. 2014.

CAMPOS, J. F. R. **Avaliação do bem-estar animal em frangos de engorda em regime intensivo**. Dissertação de Mestrado. Lisboa: Universidade de Lisboa. 2015.

CARDOSO, A. I. P. **Picacismo psicogênico em psitacídeos**. Dissertação de Mestrado. Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. 2010.

CARERE, C.; GROOTHUIS, T. G. G.; MÖSTL, E.; DAAN, S.; KOOLHAAS, J. M. Fecal corticosteroids in a territorial bird selected for different personalities: daily rhythm and the response to social stress. **Hormones and Behavior**, v. 43, p. 540-548. 2003.

CARLSTEAD, K. Effects of captivity on the behavior of wild mammals. In: KLEIMAN, D. G.; ALLEN, M. E.; THOMPSON, K. V.; LUMPKIN, S. **Wild mammals in captivity**. Chicago: The University Chicago, p. 317-333. 1996.

CARLSTEAD, K.; SEIDENSTICKER, J.; BALDWIN, R. Environmental enrichment for zoo bears. **Zoo Biology**, v. 10, p. 3-16. 1991.

CARLSTEAD, K.; BROWN, J. L.; SEIDENSTICKER, J. Behavioral and adrenocortical responses to environmental changes in leopard cats (*Felis bengalensis*). **Zoo Biology**, v. 12, p. 321-331. 1993.

CARLSTEAD, K.; SHEPHERDSON, D. Effects of environmental enrichment on reproduction. **Zoo Biology**, v. 13, p. 447-458. 1994.

CASTRO, L. S. **Influências do enriquecimento ambiental no comportamento e nível de cortisol em felídeos silvestres**. Dissertação de Mestrado. Brasília: Universidade de Brasília. 2009.

CBRO. Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. **Listas das aves do Brasil**. 11ª ed. 2014.

CHABU, D. B. **Determinação não-invasiva da concentração de metabólitos de hormônios gonadais em excretas de ranfastídeos**. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo. 2014.

CHAMOVE, A. S.; HOSEY, G. R.; SCHAETZEL, P. Visitors excite primates in zoos. **Zoo Biology**, v. 7, p. 359-369. 1988.

CHARMANDARI, E.; TSIGOS, C.; CHROUSOS, G. Endocrinology of the stress response. **Annual Review of Physiology**, v. 67, p. 259-284. 2005.

CHARMOY, K.; SULLIVAN, T.; MILLER, L. J. Impact of different forms of environmental enrichment on foraging and activity levels in gorillas (*Gorilla gorilla gorilla*). **Animal Behavior and Cognition**, v. 2, n. 3, p. 233-240. 2015.

CHATURVEDI, C. M.; SURESH, P. K. Effects of corticosterone, metapyrone, and ACTH on testicular function at different stages of the breeding cycle in migratory Readheaded Bunting, *Emberizia bruniceps*. **General and Comparative Endocrinology**, v. 78, p. 1-11. 1990.

CHELINI, M. M.; SOUZA, N. L.; CORTOPASSI, S. R. G.; FELIPPE, E. C. G.; OLIVEIRA, C. A. Assessment of the physiologic stress response by quantification of fecal corticosteroids. **Journal of the American Association for Laboratory Animal Science**, v. 45, n. 3, p. 8-11. 2006.

COLLAR, N. J. Globally threatened parrots: criteria, characteristics and cures. **International Zoo Yearbook**, v. 37, p. 21-35. 2000.

COLLAR, N. J.; JUNIPER, A. T. Dimensions and causes of the parrot conservation crisis: solutions from conservation biology. In: BEISSINGER, S. R.; SNYDER, N. F. R. (eds). **New world parrots in crisis**. Washington: Smithsonian Institution Press, p. 1-24. 1992.

CORAT, C. S. **Implantação de um programa de enriquecimento ambiental para cachorro-vinagre (*Speothos venaticus*) na Fundação Parque Zoológico de São Paulo**. Trabalho de Conclusão de Curso. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. 2009.

COSTA, N. S. D.; MARIN, R. H.; BUSSO, J. M.; HANSEN, C.; NAVARRO, J. L.; MARTELLA, M. B. Influence of the rearing system on yolk corticosterone concentration in captive Grater Rheas (*Rhea americana*). **Zoo Biology**. 2016. doi: 10.1002/zoo.21276.

CREEL, S. Social dominance and stress hormones. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 16, n. 9, p. 491-497. 2001.

CZYCHOLL, I.; BÜTTNER, K.; BEILAGE, E. G.; KRIETER, J. Review of the assessment of animal welfare with special emphasis on the "Welfare Quality® animal welfare assessment protocol for growing pigs". **Archives Animal Breeding**, v. 58, p. 237-249. 2015.

DAWKINS, M. S. Evolution and animal welfare. **The Quarterly Review of Biology**, v. 73, n. 3, p. 305-328. 1998.

DELAI, L. S. **Aplicação de medidas de enriquecimento ambiental em *Puma concolor* e *Lycalopex gymnocercus* no zoológico municipal de Cascavel – PR**. Trabalho de Conclusão de Curso. Cascavel: Universidade Estadual do Oeste do Paraná. 2011.

DEL-CLARO, K. **Comportamento animal: uma introdução à ecologia comportamental**. Jundiaí: Livraria Conceito. 2004.

DEL-CLARO, K. **Introdução à ecologia comportamental: um manual para o estudo do comportamento animal**. Rio de Janeiro: Technical Books. 2010.

DENHARD, M.; SCHREER, A.; KRONE, O.; JEWGENOW, K.; KRAUSE, M.; GROSSMANN, R. Measurement of plasma corticosterone and fecal glucocorticoid metabolites in the chicken (*Gallus domesticus*), the great cormorant (*Phalacrocorax carbo*), and the goshawk (*Accipiter gentilis*). **General and Comparative Endocrinology**, v. 131, p. 345-352. 2003.

DESENNE, P.; STRAHL, S. D. Trade and the conservation status of the family Psittacidae in Venezuela. **Bird Conservation International**, v. 1, p. 153-169. 1991.

DEVICHE, P.; BEOUCHE-HELIAS, B.; DAVIES, S.; GAO, S.; LANE, S.; VALLE, S. Regulation of plasma testosterone, corticosterone, and metabolites in response to stress, reproductive stage, and social challenges in a desert male songbird. **General and Comparative Endocrinology**, v. 203, p. 120-131. 2014.

DIAMOND, M. C. Extensive cortical depth measurements and neuron size increases in the cortex of environmentally enriched rats. **Journal of Comparative Neurology**, v. 131, p. 357-364. 1967.

DIAMOND, M. C.; ROSENZWEIG, M. R.; BENNETT, E. L.; LINDNER, B.; LYON, L. Effects of environmental enrichment and impoverishment on rat cerebral cortex. **Journal of Neurobiology**, v. 3, n. 1, p. 47-64. 1972.

DIAS, E. S.; MARTINS, A. C.; PESSUTTI, C.; BARRELLA, W. Enriquecimento ambiental no recinto de mutum-de-penacho (*Crax fasciolata*) do Parque Zoológico Municipal “Quinzinho de Barros”, Sorocaba-SP. **Revista Eletrônica de Biologia**, v. 3, n. 3, p. 20-38. 2010.

DIEGUES, S. **O papel dos zoológicos paulistas na conservação da diversidade biológica**. Trabalho de Conclusão de Curso. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista. 2008.

ECHOLS, M. S. Captive bird welfare and enrichment (part 1). **AAVAC/UEPV Annual Conference Hobart**, p. 129-200. 2010.

ECKERT, M. J.; ABRAHAM, W. C. Effects of environmental enrichment exposure on synaptic transmission and plasticity in the hippocampus. **Current Topics in Behavioral Neurosciences**, v. 15, p. 165-187. 2013.

ENGEBRETSON, M. The welfare and suitability of parrots as companion animals: a review. **Animal Welfare**, v. 15, p. 263-276. 2006.

ERIKSEN, M. S.; HAUG, A.; TORJESEN, P. A.; BAKKEN, M. Prenatal exposure to corticosterone impairs embryonic development and increases fluctuating asymmetry in chickens (*Gallus gallus domesticus*). **British Poultry Science**, v. 44, p. 690-697. 2003.

FACULDADE ASSIS GURGACZ. **Proteção ambiental**. 2016. Disponível em: <<http://www.fag.edu.br/protacao-ambiental>>. Acesso em: 19 mar. 2016.

FAGUNDES, N. **Síndrome do arrancamento de penas em psitacídeos – revisão de literatura**. Trabalho de Conclusão de Curso. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2013.

FAIRHURST, G. D.; FREY, M. D.; REICHERT, J. F.; SZELEST, I.; KELLY, D. M.; BORTOLOTTI, G. R. Does environmental enrichment reduce stress? An integrated measure of corticosterone from feathers provides a novel perspective. **PLoS ONE**, v. 6, n. 3, e17663. 2011.

FARREL, T.; KRIENGWATANA, B.; MACDOUGALL-SHACKLETON, S. A. Developmental stress and correlated cognitive traits in songbirds. **Comparative Cognition & Behavior Reviews**, v. 10, p. 1-23. 2015.

FAUST, E. C.; RUSSELL, P. F.; JUNG, R. C. **Faust's Clinical Parasitology**. Philadelphia: Lea Febiger, 8 ed. 1970.

FOWLER, G. S. Behavioral and hormonal responses of Magellanic penguins (*Sphenicus magellanicus*) to tourism and nest site visitation. **Biological Conservation**, v. 90, p. 143-149. 1999.

FERNANDEZ, E. J.; TAMBORSKI, M. A.; PICKENS, S. R.; TIMBERLAKE, W. Animal-visitor interactions in the modern zoo: conflicts and interventions. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 120, p. 1-8. 2009.

FERRARI, R. C. L.; COMELLI, A. B. A.; SCHMIEGELOW, M. M. Estudo do comportamento de *Lontra longicaudis* (Olfer 1818) cativo, mediante estímulos de enriquecimento ambiental. **Revista Ceciliana**, v. 3, n. 2, p. 40-43. 2011.

FERREIRA, J. C. P.; FUJIHARA, C. J.; FRUHVALD, E.; TREVISOL, E.; DESTRO, F. C.; TEIXEIRA, C. R.; PANTOJA, J. C. F.; SCHMIDT, E. M. S.; PALME, R. Non-invasive measurement of adrenocortical activity in blue-fronted parrots (*Amazona aestiva*, Linnaeus, 1758). **Plos One**, v. 10, n. 12, e0145909. 2015.

FORTHMAN, D. L.; ELDER, S. D.; BAKEMAN, R.; KURKOWSKI, T. W.; NOBLE, C. C.; WINSLOW, S. W. Effects of feeding enrichment on behavior of three species of captive bears. **Zoo Biology**, v. 11, p. 187-195. 1992.

FOX, R. A.; MILLAM, J. R. Novelty and individual differences influence neophobia in orange-winged Amazon parrots (*Amazona amazonica*). **Applied Animal Behaviour Science**, v. 104, p. 107-115. 2007.

FRAJBLAT, M.; AMARAL, V. L. L.; RIVERA, E. A. B. Ciência em animais de laboratório. **Ciência e Cultura**, v. 60, n. 2, p. 44-46. 2008.

FRANCISCO, L. R.; MOREIRA, N. Manejo, reprodução e conservação de psitacídeos brasileiros. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 36, n. 4, p. 215-219. 2012.

FRANCISCO, L. R.; VALDUGA, M. O.; MOREIRA, N. Resposta reprodutiva à retirada de ovos e filhotes de psitacídeos neotropicais em cativeiro. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 38, n. 1, p. 25-31. 2014.

FRASER, D. Understanding animal welfare. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v. 50, n. S1. 2008.

FRASER, D.; WEARY, D. M.; PAJOR, E. A.; MILLIGAN, B. N. A scientific conception of animal welfare that reflects ethical concerns. **Animal Welfare**, v. 6, p. 187-205. 1997.

FUJIHARA, C. J.; MARQUES FILHO, W. C.; MONTEIRO, A. L. R.; BITTENCOURT, R. F.; QUEIROZ, C. M.; PEREIRA, R. J. G.; FERREIRA, J. C. P. Dosagem de metabólitos de glucocorticoides e progesterona em fezes de papagaio-verdadeiro (*Amazona aestiva*). **Ciência Animal Brasileira**, v. 15, n. 3, p. 277-288. 2014.

GALETTI, M.; GUIMARÃES JR., P. R.; MARSDEN, S. J. Padrões de riqueza, risco de extinção e conservação de psitacídeos neotropicais. In: GALETTI, M.; PIZO, M. (eds). **Ecologia e conservação de psitacídeos no Brasil**. Belo Horizonte: Melopsittacus Publicações Científicas, p. 17-47. 2002.

GALILI, T. **Post hoc analysis for Friedman's Test (R code)**. 2015. Disponível em: <<http://www.r-statistics.com/2010/02/post-hoc-analysis-for-friedmans-test-r-code/>>. Acesso em: 15 jul. 2015.

GARNER, J. P.; MEEHAN, C. L.; MENCH, J. A. Stereotypies in caged parrots, schizophrenia and autism: evidence for a common mechanism. **Behavioural Brain Research**, v. 145, p. 125-134. 2003.

GOES, T. C.; ANTUNES, F. D.; TEIXEIRA-SILVA, F. Environmental enrichment for adult rats: effects on trait and state anxiety. **Neuroscience Letters**, v. 584, p. 93-96. 2015.

GOYMANN, W. Noninvasive monitoring of hormones in bird droppings. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1046, p. 35-53. 2005.

GOYMANN, W. On the use of non-invasive hormone research in uncontrolled, natural environments: the problem with sex, diet, metabolic rate and individual. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 3, p. 757-765. 2012.

GOYMANN, W.; MÖSTL, E.; GWINNER, E. Corticosterone metabolites can be measured noninvasively in excreta of European Stonechats (*Saxicola torquata rubicola*). **The Auk**, v. 119, n. 4, p. 1167-1173. 2002.

GNAM, R.; ROCKWELL, R. F. Reproductive potential and output of the Bahamas' Parrot *Amazona leucocephala bahamensis*. **Ibis**, v. 133, p. 400-405. 1991.

GRAHAM, J.; WRIGHT, T. F.; DOOLING, R. J.; KORBEL, R. Sensory capacities of parrots. In: LUESCHER, A. U. (ed). **Manual of parrot behavior**. Ames: Blackwell Publishing Professional, p. 33-41. 2006.

GRATTO-TREVOR, C. L.; ORING, L. W.; FIVIZZANI, A. J. Effects of blood sampling stress on hormone levels in the semipalmated sandpiper. **Journal of Field Ornithology**, v. 62, n. 1, p. 19-27. 1991.

GREJIANIN, G. **Implantação de enriquecimento ambiental para *Puma yagouaroundi* e *Heteropzias meridionalis* no Zoológico Municipal de Cascavel – PR**. Trabalho de Conclusão de Curso. Cascavel: Universidade Estadual do Oeste do Paraná. 2011.

GRIPPO, A. J.; IHM, E.; WARDWELL, J.; MCNEAL, N.; SCOTTI, M-A. L.; MOENK, D. A.; CHANDLER, D. L.; LARocca, M. A.; PREIHS, K. The effects of environmental enrichment on depressive and anxiety-relevant behaviors in socially isolated prairie voles. **Psychosomatic Medicine**, v. 76, n. 4, p.277-284. 2014.

GUSSET, M.; FA, J. E.; SUTHERLAND, W. J. The horizon scanners for zoos and aquariums. **Zoo Biology**, v. 35, p. 375-380. 2014.

HARATI, H.; BARBELIVIEN, A.; HERBEAUX, K.; MULLER, M. A.; ENGELN, M.; KELCHE, C.; CASSEL, J. C.; MAJCHRZAK, M. Lifelong environmental enrichment in rats: impact on emotional behavior, spatial memory vividness, and cholinergic neurons over the lifespan. **Age**, v. 35, n. 4, p. 1027-1043. 2013.

HARVEY, S.; MERRY, B. J.; PHILLIPS, J. G. Influence of stress on the secretion of corticosterone in the duck (*Anas platyrhynchos*). **Journal of Endocrinology**, v. 87, p. 161-171. 1980.

HASHIMOTO, C. Y. **Comportamento em cativeiro e teste da eficácia de técnicas de enriquecimento ambiental (físico e alimentar) para jaguatiricas (*Leopardus pardalis*)**. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Universidade de São Paulo. 2008.

HAUSSMANN, M. F.; LONGENECKER, A. S.; MARCHETTO, N. M.; JULIANO, S. A.; BOWDEN, R. M. Embryonic exposure to corticosterone modifies the juvenile stress response, oxidative stress and telomere length. **Proceedings of the Royal Society B**, v. 279, p. 1447–1456. 2012.

HAYWARD, L. S.; WINGFIELD, J. C. Maternal corticosterone is transferred to avian yolk and may alter offspring growth and adult phenotype. **General and Comparative Endocrinology**, v. 135, p. 365-371. 2004.

HEALY, S.; BRAITHWAITE, V. Cognitive ecology: a field of substance? **Trends in Ecology & Evolution**, v. 15, n. 1, p. 22-26. 2000.

HENRIKSEN, R.; RETTENBACHER, S.; GROOTHUIS, T. G. G. Prenatal stress in birds: Pathways, effects, function and perspectives. **Neuroscience and Behavioral Reviews**, v. 35, p. 1484-1501. 2011.

HIRSCHENHAUSER, K.; SPREITZER, K.; LEPSCHY, M.; KOTRSCHAL, K.; MÖSTL, E. Excreted corticosterone metabolites differ between two galliform species, Japanese quail and Chicken, between sexes and between urine and faecal parts of droppings. **Journal of Ornithology**, v. 153, p. 1179-1188. 2012.

HODGES, K.; BROWN, J.; HEISTERMANN, M. Endocrine monitoring of reproduction and stress. In: KLEIMAN, D. G.; THOMPSON, K. V.; BAER, C. K. (eds). **Wild mammals in captivity: principles and techniques for zoo management**. Chicago: The University of Chicago Press, p. 447-468. 2010.

HUBER-EICHER, B.; WECHSLER, B. The effect of quality and availability of foraging materials on feather pecking in laying hen chickens. **Animal Behaviour**, v. 55, n. 4, p. 861-873.

IAP. Instituto Ambiental do Paraná. **Fauna do Paraná em extinção**. Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná, 272 p. 2006.

IBAMA. Lista oficial de espécies da fauna ameaçadas de extinção. 2.9. Psittaciformes – Papagaios, periquitos e araras. **Portaria nº 1.522, de 19 de dezembro de 1989**. 1989.

IBAMA. Instrução normativa IBAMA nº 7, de 30 de abril de 2015. 2015. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/phocadownload/fauna_silvestre_2/legislacao_fauna/2015_ibama_in_07_2015_autorizacao_uso_fauna_empresendimentos.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2016.

ICMBIO. Listas das espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção. **Portaria MMA nº 444, de 17 de dezembro de 2014**. 2014. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira/lista-de-especies.html>>. Acesso em: 13 out. 2015.

ICMBIO. **Papagaio-de-cara-roxa sai da lista nacional de espécies ameaçadas de extinção**. 2015. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/cemave/destaques-e-noticias/74-papagaio-de-cara-roxa-sai-da-lista-nacional-de-especies-ameacadas-de-extincao.html>>. Acesso em: 13 out. 2015.

IUCN. **The IUCN red list of threatened species**. 2015. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org>>. Acesso em: 13 out. 2015.

JIMENEZ, J. F. P. **Avaliação do enriquecimento ambiental através da dieta e empoleiramento para o melhoramento da saúde e do comportamento dos falconiformes do Zoológico de Brasília**. Monografia de especialização. Brasília: Universidade Castelo Branco. 2008.

JUNG, C. K. E.; HERMS, J. Structural dynamics of dendritic spines are influenced by an environmental enrichment: an in vivo imaging study. **Cerebral Cortex**, v. 24, n. 2, p. 377-384. 2014.

KEAY, J. M.; SINGH, J.; GAUNT, M. C.; KAUR, T. Fecal glucocorticoids and their metabolites as indicators of stress in various mammalian species: a literature review. **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, v. 37, n. 3, p. 234-244. 2006.

KEIPER, R. R. Causal factors of stereotypies in caged birds. **Animal Behaviour**, v. 17, p. 114-119. 1969.

KIM, J. J.; YOON, K. S. Stress: metaplastic effects in the hippocampus. **Trends in Neuroscience**, v. 21, p. 505-509. 1998.

KING, C. E. Environmental enrichment: is it for the birds? **Zoo Biology**, v. 12, p. 509-512. 1993.

KLASING, K. C. Potential impact of nutritional strategy on noninvasive measurements of hormones in birds. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1046, p. 5-16. 2005.

KLOET, E. R.; OITZL, M. S.; JOËLS, M. Stress and cognition: are corticosteroids good or bad guys? **Trends in Neurosciences**, v. 22, p. 422-426. 1999.

KOCH, M.; MÖSTL, E.; STEINMETZ, H. W.; CLAUSS, M.; MASELLO, J. F.; QUILLFELDT, P. Non-invasive measurement of faecal glucocorticoid metabolites in Upland Geese (*Chloephaga picta*). **Polar Biology**, v. 32, p. 281-285. 2009.

KOREN, L.; NAKAGAWA, S.; BURKE, T.; SOMA, K. K.; WYNNE-EDWARDS, K. E.; GEFFEN, E. Non-breeding feather concentrations of testosterone, corticosterone and cortisol are associated with subsequent survival in wild house sparrows. **Proceedings of The Royal Society B**, v. 279, p. 1560-1566. 2011.

KOSHEN, H. **Enriquecimiento y bienestar de mamíferos en cautiverio: manual para Centro y Sur América**, 1ª ed. 2013.

LADAGE, L. D.; ROTH II, T. C.; FOX, R. A.; PRAVOSUDOV, V. V. Ecologically relevant spatial memory use modulates hippocampal neurogenesis. **Proceedings of the Royal Society B**, v. 277, p. 1071-1079. 2010.

LAURENCE, A.; HOUELIER, C.; CALANDREAU, L.; ARNOULD, C.; FAVREAU-PEIGNÉ, A.; LETERRIER, C.; BOISSY, A.; LUMINEAU, S. Environmental enrichment reduces behavioural alterations induced by chronic stress in Japanese quail. **Animal**, v.9, n. 2, p. 331-338. 2015.

LEGGIO, M. G.; MANDOLESI, L.; FEDERICO, F.; SPIRITO, F.; RICCI, B.; GELFO, F.; PETROSINI, L. Environmental enrichment promotes improved

spatial abilities and enhanced dendritic growth in the rat. **Behavioural Brain Research**, v. 163, p. 78-90. 2005.

LESSA, M. A. M. **Bem-estar de macacos-prego no cativeiro: engenharia comportamental no enriquecimento ambiental e análise da dinâmica espacial**. Tese de Doutorado. Belém: Universidade Federal do Pará. 2014.

LIGHTFOOT, T.; NACEWICZ, C. L. Chapter 2: Psittacine Behavior. In: BAYS, T. B.; LIGHTFOOT, T.; MAYER, J. (eds). **Exotic Pet Behavior: Birds, Reptiles, and Small Mammals**, 1ª ed. Missouri: Saunders Elsevier, p. 51-108. 2006.

LINDSEY, G. D.; ARENDT, W. J.; KALINA, J. Survival and causes of mortality in juvenile Puerto Rican parrots. **Journal of Field Ornithology**, v. 65, n. 1, p. 76-82. 1994.

LUDDERS, J. W.; LANGENBERG, J. A.; CZEKALA, N. M.; ERB, H. N. Fecal corticosterone reflects serum corticosterone in Florida sandhill cranes. **Journal of Wildlife Diseases**, v. 37, n. 3, p. 646-652. 2001.

LUMEIJ, J. T.; HOMMERS, C. J. Foraging 'enrichment' as treatment for pterotillomania. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 111, p. 85-94. 2008.

MADELLA-OLIVEIRA, A. F.; QUIRINO, C. R.; PACHECO, A.; COSTA, R. L. D.; BELTRAME, R. T.; COSTA, W. M.; OLIVEIRA, C. A.; FURTADO, P. V. Concentration of fecal corticosterone metabolites in dominant versus subordinate buffalo heifers. **African Journal of Biotechnology**, v. 13, n. 16, p. 1726-1730. 2014.

MALLAPUR, A.; SINHA, A.; WARAN, N. Influence of visitor presence on the behavior of captive lion-tailed macaques (*Macaca silenus*) housed in Indian zoos. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 94, p. 341-352. 2005.

MÁRQUEZ-ARIAS, A.; SANTILLÁN-DOHERTY, A. M.; ARENAS-ROSAS, R. V.; GASCA-MATÍAS, M. P.; MUÑOZ-DELGADO, J.; VILLANUEVA-VALLE, J. Efecto del enriquecimiento ambiental en un grupo de monos araña (*Ateles geoffroyi*) en cautiverio. **Salud Mental**, v. 37, p. 437-442. 2014.

MARTIN, L. B. Stress and immunity in wild vertebrates: timing is everything. **General and Comparative Endocrinology**, v. 163, p. 70-76. 2009.

MASON, G. J. Stereotypies: a critical review. **Animal Behaviour**, v. 41, p. 1015-1037. 1991.

MASON, G. J. Species differences in responses to captivity: stress, welfare and the comparative method. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 25, n. 12, p. 713-721. 2010.

MASON, G.; RUSHEN, J. **Stereotypic animal behaviour: Fundamentals and applications to welfare**, 2ª ed. London: CABI Publishing. 2006.

MASON, G.; CLUBB, R.; LATHAM, N.; VICKERY, S. Why and how should we use environmental enrichment to tackle stereotypic behavior? **Applied Animal Behaviour Science**, v. 102, p. 163-188. 2007.

MATTERI, R. L.; CARROLL, J. A.; DYER, C. J. Neuroendocrine responses to stress. In: MOBERG, G. P.; MENCH, J. A. (eds). **The biology of animal stress**. New York: CABI Publishing, p. 43-74. 2000.

MCEWEN, B. S.; WINGFIELD, J. C. The concept of allostasis in biology and biomedicine. **Hormones and Behavior**, v. 43, p. 2-15. 2003.

MCPHEE, M. E.; CARLSTEAD, K. The importance of maintaining natural behaviors in captive mammals. In: KLEIMAN, D. G.; THOMPSON, K. V.; BAER, C. K. (eds). **Wild Mammals in Captivity: Principles and Techniques for Zoo Management**, 2^a ed. Chicago: University of Chicago Press, p. 303-313. 2010.

MEAGHER, R. K.; DALLAIRE, J. A.; CAMPBELL, D. L. M.; ROSS, M.; MØLLER, S. H.; HANSEN, S. W.; DÍEZ-LEÓN, M.; PALME, R.; MASON, G. L. Benefits of a ball and chain: simple environmental enrichments improve welfare and reproductive success in farmed American mink (*Neovison vison*). **PLOS ONE**, v. 9, n. 11, e110589. 2014.

MEEHAN, C. L.; MILLAM, J. R.; MENCH, J. A. Foraging opportunity and increased physical complexity both prevent and reduce psychogenic feather picking by young Amazon parrots. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 80, p. 71-85. 2003.

MEEHAN, C. L.; GARNER, J. P.; MENCH, J. A. Environmental enrichment and development of cage stereotypy in Orange-winged Amazon parrots (*Amazona amazonica*). **Developmental Psychobiology**, v. 44, n. 4, p. 209-218. 2004.

MEHRKAM, L. R.; DOREY, N. R. Preference assessments in the zoo: keeper and staff predictions of enrichment preferences across species. **Zoo Biology**, v. 34, p. 418-430. 2015.

MELLEN, J.; MACPHEE, M. S. Philosophy of environmental enrichment: past, present, and future. **Zoo Biology**, v. 20, n. 3, p. 211-226. 2001.

MELLEU, F. F.; PINHEIRO, M. V.; LINO-DE-OLIVEIRA, C.; MARINO-NETO, J. Defensive behaviors and prosencephalic neurogenesis in pigeons (*Columba livia*) are affected by environmental enrichment in adulthood. **Brain Structure and Function**. 2015.

MELO, D. N.; PASSERINO, A. S. M.; FISCHER, M. L. Influência do enriquecimento ambiental no comportamento do papagaio-verdadeiro *Amazona aestiva* (Linnaeus, 1758) (Psittacidae). **Estudos de Biologia**, v. 36, n. 86, p. 24-35. 2014.

MENCH, J. Why is important to understand animal behavior. **ILAR Journal**, v. 39, p. 20-26. 1998.

MENDONÇA-FURTADO, O. **Uso de ferramentas como enriquecimento ambiental para macacos-prego (*Cebus apella*) cativos**. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo. 2006.

MILITÃO, C. Tratamento de animais em cativeiro. **Higiene e nutrição** [S. l.: s. n.], ficha de trabalho nº 5. 2008.

MIKICH, S. B.; BÉRNILS, R. S. **Livro vermelho da fauna ameaçada no Estado do Paraná**. Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná. 2004.

MILLSPAUGH, J. J.; WASHBURN, B. E. Use of fecal glucocorticoid metabolite measures in conservation biology research: considerations for application and interpretation. **General and Comparative Endocrinology**, v. 138, p. 189-199. 2004.

MOBERG, G. P. Biological response to stress: implications for animal welfare. In: MOBERG, G. P.; MENCH, J. A. (eds). **The Biology of Animal Stress: basic principles and implications for animal welfare**. New York: CABI Publishing, p. 1-21. 2000.

MOLENTO, C. F. M. Medicina veterinária e bem-estar animal. **Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 28/29, p. 15-20. 2003.

MOLENTO, C. F. M. Bem-estar e produção animal: aspectos econômicos – revisão. **Archives of Veterinary Science**, v. 10, n. 1, p. 1-11. 2005.

MOREIRA, N.; BROWN, J. L.; MORAES, W.; SWANSON, W. F.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Effect of housing and environmental enrichment on adrenocortical activity, behavior and reproductive cyclicity in the female tigrina (*Leopardus tigrinus*) and margay (*Leopardus wiedii*). **Zoo Biology**, v. 26, p. 441-460. 2007.

MORGAN, K. N.; TROMBORG, C. T. Sources of stress in captivity. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 102, p. 262-302. 2007.

MÖSTL, E.; PALME, R. Hormones as indicators of stress. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 23, p. 67-74. 2002.

MÖSTL, E.; MAGGS, J. L.; SCHRÖTTER, G.; BESENFELDER, U.; PALME, R. Measurement of cortisol metabolites in faeces of ruminants. **Veterinary Research Communications**, v. 26, p. 127-139. 2002.

MÖSTL, E.; RETTENBACHER, S.; PALME, R. Measurement of corticosterone metabolites in birds' droppings: an analytical approach. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1046, p. 17-34. 2005.

NAKAGAWA, S.; MÖSTL, E.; WASS, J. R. Validation of an enzyme immunoassay to measure faecal glucocorticoid metabolites from Adelie penguins (*Pygoscelis adeliae*): a non-invasive tool for estimating stress? **Polar Biology**, v. 26, p. 491-493. 2003.

NINNES, C. E. **Behavioural endocrinology of breeding Adelie penguins (*Pygoscelis adeliae*)**. Tese de Doutorado. Hamilton: The University of Waikato. 2008.

NINNES, C. E.; WAAS, J. R.; LING, N.; NAKAGAWA, S.; BANKS, J. C.; BELL, D. G.; BRIGHT, A.; CAREY, P. W.; CHANDLER, J.; HUDSON, Q. J.; INGRAM, J. R.; LYALL, K.; MORGAN, D. K. J.; STEVENS, M. I.; WALLACE, J.; MÖSTL, E. Comparing plasma and faecal measures of steroid hormones in Adelie penguins (*Pygoscelis adeliae*). **Journal of Comparative Physiology B**, v. 180, p. 83-94. 2010.

NITHIANANTHARAJAH, J.; HANNAN, A. J. Enriched environments, experience-dependent plasticity and disorders of the nervous system. **Nature Reviews**, v. 7, p. 697-709. 2006.

OZELLA, L.; ANFOSSI, L.; DI NARDO, F.; PESSANI, D. Non-invasive monitoring of adrenocortical activity in captive African Penguin (*Spheniscus demersus*) by measuring faecal glucocorticoid metabolites. **General and Comparative Endocrinology**, v. 224, p. 104-112. 2015a.

OZELLA, L.; ANFOSSI, L.; DI NARDO, F.; PESSANI, D. Effect of weather conditions and presence of visitors on adrenocortical activity in captive African penguins (*Spheniscus demersus*). **General and Comparative Endocrinology**. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ygcen.2015.12.002>>. 2015b.

PALME, R. Measuring fecal steroids: guidelines for practical application. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1046, p. 75-80. 2005.

PALME, R.; MÖSTL, E. Measurement of cortisol metabolites in faeces of sheep as a parameter of cortisol concentration in blood. **Journal of Mammalian Biology**, v. 62, p. 192-197. 1997.

PALME, R.; RETTENBACHER, S.; TOUMA, C.; EL-BAHR, S. M.; MÖSTL, E. Stress hormones in mammals and birds: comparative aspects regarding metabolism, excretion and noninvasive measurement in fecal samples. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1040, p. 162-171. 2005.

PALME, R.; TOUMA, C.; ARIAS, N.; DOMINCHIN, M. F.; LEPSCHY, M. Steroid extraction: get the Best out of faecal samples. **Wiener Tierärztliche Monatsschrift**, v. 100, p. 238-246. 2013.

PARNELL, T.; NARAYAN, E. J.; MAGRATH, M. J. L.; ROE, S.; CLARK, G.; NICOLSON, V.; MARTIN-VEGUE, P.; MUCCI, A.; HERO, J. Evaluating physiological stress in Sumatran tigers (*Panthera tigris* ssp. *sumatrae*) managed in Australian zoos. **Conservation Physiology**, v. 2, doi:10.1093/conphys/cou038. 2014.

PARTECKE, J.; SCHWABL, I.; GWINNER, E. Stress and the city: urbanization and its effects on the stress physiology in European Blackbirds. **Ecology**, v. 87, n. 8, p. 1945-1952. 2006.

PELLEGRINI, S.; BUSO, J. M.; LÈCHE, A.; MARIN, R. H. Effects of diet, time since defecation, and drying process of the droppings on corticosterone metabolite measurements in Japanese quail. **Poultry Science**, v. 94, n. 5, p. 1068-1074. 2015.

PEPPERBERG, I. M. Cognitive and communicative abilities of Grey parrots. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 100, p. 77-86. 2006.

PEREIRA-JR, E. R.; MELLO, H. E. S.; CIPRESTE, C. F. Avaliação comportamental de animais em cativeiro: estudo de caso do cachorro-do-mato-vinagre (*Speothos venaticus*, Lund 1842). **e-Scientia**, v. 6, n. 1, p. 36-43. 2013.

PÉRON, F.; GROSSET, C. The diet of adult psittacids: veterinarian and ethological approaches. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 98, n. 3, p. 403-416. 2014.

PIACENTINI, V. Q.; ALEIXO, A.; AGNE, C. E. *et al.* Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee / Lista comentada das aves do Brasil pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 23, n. 2, p. 91-298. 2015.

PIFARRÉ, M.; VALDEZ, R.; GONZÁLEZ-REBELES, C.; VÁZQUEZ, C.; ROMANO, M.; GALINDO, F. The effect of zoo visitors on the behaviour and faecal cortisol of the Mexican wolf (*Canis lupus baileyi*). **Applied Animal Behaviour Science**, v. 136, p. 57-62. 2012.

PIMENTA, F. R. P.; SOARES, A. D. S.; FREITAS, M. L. P.; SANTOS, M. S. V.; MARTINS-HATANO, F.; BIDARD, A. M.; PERINI, E. S. Estudo comportamental de um casal de arara-azul-grande, *Anodorhynchus hyacinthinus* (Latham, 1790) mantidas em cativeiro no Parque Zoobotânico Vale na Floresta Nacional de Carajás, Pará, Brasil. **Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil**. 2009.

PIZZUTTO, C. S.; SGAI, M. G. F. G.; GUIMARÃES, M. A. B. V. O enriquecimento ambiental como ferramenta para melhorar a reprodução e o bem-estar de animais cativos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 33, n. 3, p. 129-138. 2009.

POPP, L. G. **Sazonalidade de excreção de corticoides urofecais e sua relação com aspectos reprodutivos e de manejo em papagaio-de-cara-roxa (*Amazona brasiliensis*) em cativeiro**. Dissertação de Mestrado. Curitiba: Universidade Federal do Paraná. 2006.

PORTAL DO MUNICÍPIO DE CASCAVEL. **Parques**. 2016a. Disponível em: <http://www.cascavel.pr.gov.br/secretarias/semdec/sub_pagina.php?id=258>. Acesso em: 19 mar. 2016.

PORTAL DO MUNICÍPIO DE CASCAVEL. **ZOOLOGICO – Parque Danilo Galafassi**. 2016b. Disponível em: <http://www.cascavel.pr.gov.br/secretarias/semdec/sub_pagina.php?id=231>. Acesso em: 19 mar. 2016.

- PUVADOLPIROD, S.; THAXTON, J. P. Model of physiological stress in chickens 1. Response parameters. **Poultry Science**, v. 79, p. 363-369. 2000.
- QUADROS, S.; GOULART, V. D. L.; PASSOS, L.; VECCHI, M. A. M.; YOUNG, R. J. Zoo visitor effect on mammal behaviour: Does noise matter? **Applied Animal Behaviour Science**, v. 156, p. 78-84. 2014.
- REICHMANN, F.; PAINSIPP, E.; HOLZER, P.; KUMMER, D.; BOCK, E.; LEITINGER, G. A novel unbiased counting method for the quantification of synapses in the mouse brain. **Journal of Neuroscience Methods**, v. 240, p. 13-21. 2015.
- RETTENBACHER, S.; MÖSTL, E.; HACKL, R.; GHAREEB, K.; PALME, R. Measurement of corticosterone metabolites in chicken droppings. **British Poultry Science**, v. 45, n. 5, p. 704-711. 2004.
- RIBAS, C. C.; GABAN-LI MA, R.; MIYAKI, C. Y.; CRACRAFT, J. Historical biogeography and diversification within the Neotropical parrot genus *Pionopsitta* (Aves: Psittacidae). **Journal of Biogeography**, v. 32, p. 1409-1427. 2005.
- ROBBINS, L.; MARGULIS, S. W. Music for the birds: effects of auditory enrichment on captive bird species. **Zoo Biology**, v. 35, n. 1, p. 29-34. 2016.
- RODRIGUES, T. B. **Enriquecimento ambiental para Jaguatirica (*Leopardus pardalis*) e Cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) no zoológico municipal de Cascavel – PR**. Trabalho de Conclusão de Curso. Cascavel: Universidade Estadual do Oeste do Paraná. 2011.
- ROMERO, L. M. Physiological stress in ecology: lessons from biomedical research. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 19, n. 5, p. 249-255. 2004.
- ROMERO, L. M.; BUTLER, L. K. Endocrinology of stress. **International Journal of Comparative Psychology**, v. 20, n. 2, p. 89-95. 2007.
- ROMERO, L. M.; RAMENOFISKY, M.; WINGFIELD, J. C. Season and migration alters the corticosterone response to capture and handling in an arctic migrant, the White-crowned sparrow (*Zonotrichia leucophrys gambelli*). **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 116C, n. 2, p. 171-177. 1997.
- ROMERO, L. M.; SAPOLSKY, R. M. Patterns of ACTH secretagog secretion in response to psychological stimuli. **Journal of Neuroendocrinology**, v. 8, n. 4, p. 243-258. 1996.
- ROMERO, L. M.; SOMA, K. K.; WINGFIELD, J. C. Hypothalamic-pituitary-adrenal axis changes allow seasonal modulation of corticosterone in a bird. **American Physiological Society**, v. 274, p. R1338-R1344. 1998a.
- ROMERO, L. M.; SOMA, K. K.; WINGFIELD, J. C. The hypothalamus and adrenal regulate modulation of corticosterone release in redpolls (*Carduelis flammea* – an arctic-breeding song bird). **General and Comparative Endocrinology**, v. 109, p. 347-355. 1998b.

ROSENTHAL, K. L.; MORRIS, D. O.; MAULDIN, E. A.; IVEY, E. S.; PEIKES, H. Cytologic, histologic, and microbiologic characterization of the feather pulp and follicles of feather-picking psittacine birds: a preliminary study. **Journal of Avian Medicine and Surgery**, v. 18, n. 3, p. 137-143. 2004.

RUBOLINI, D.; ROMANO, M.; BONCORAGLIO, G.; FERRARI, R. P.; MARTINELLI, R.; GALEOTTI, P.; FASOLA, M.; SAINO, N. Effects of elevated egg corticosterone levels on behavior, growth, and immunity of yellow-legged gull (*Larus michahellis*) chicks. **Hormones and Behavior**, v. 47, p. 592-605. 2005.

RUPLEY, A. E.; SIMONE-FEILICHER, E. Psittacine wellness management and environmental enrichment. **Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice**, v. 18, n. 2, p. 197-211. 2015.

SAINO, N.; ROMANO, M.; FERRARI, R. P.; MARTINELLI, R.; MØLLER, A. P. Stressed mothers lay eggs with high corticosterone levels which produce low-quality offspring. **Journal of Experimental Zoology**, v. 303A, p. 998-1006. 2005.

SAPOLSKY, R. M.; ROMERO, L. M.; MUNCK, A. U. How do glucocorticoids influence stress response? Integrating permissive, suppressive, stimulatory, and preparative actions. **Endocrine Reviews**, v. 21, n. 1, p. 55-89. 2000.

SANTOS, M. S.; SALGADO, A. P. B.; MATTOS, J. F. A.; MONTEIRO, A. R. **Influência do enriquecimento ambiental no comportamento de *Ara ararauna* e *Ara chloropterus* no zoológico Vale dos Bichos**. 2011. Disponível em: <http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2011/anais/arquivos/0196_0456_01.pdf> . Acesso em: 06 ago. 2015.

SANTOS, C. M.; SANTOS, S. M.; PIZZUTTO, C. S.; CUSTÓDIO, A. E. I. Enriquecimento ambiental para guaxinim, *Procyon cancrivorus* (Cuvier, 1798). **Bioscience Journal**, v. 31, n. 1, p. 275-282. 2015.

SARGENT, T. D.; KEIPER, R. R. Stereotypies in caged canaries. **Animal Behaviour**, v. 15, p. 62-66. 1967.

SCHEIBER, I. B. R.; STERENBORG, M.; KOMDEUR, J. Stress assessment in captive graylag geese (*Anser anser*). **Journal of Animal Science**, v. 93, n. 5, p. 2124-2133. 2015.

SCHOLZ, J.; ALLEMANG-GRAND, R.; DAZAI, J.; LERCH, J. P. Environmental enrichment is associated with rapid volumetric brain changes in adult mice. **Neuroimage**, v. 109, p. 190-198. 2015.

SCHWARZENBERGER, F. The many uses of non-invasive faecal steroid monitoring in zoo and wildlife species. **International Zoo Yearbook**, v. 41, p. 52-74. 2007.

SCHWARZENBERGER, F.; MÖSTL, E.; PALME, R.; BAMBERG, E. Faecal steroid analysis for non-invasive monitoring of reproductive status in farm, wild and zoo animals. **Animal Reproduction Science**, v. 42, p. 515-526. 1996.

SCORZATO, A. J. **Respostas às técnicas de enriquecimento ambiental em relação ao comportamento de *Panthera onca* (Linnaeus, 1758) no zoológico de Curitiba – PR**. Trabalho de Conclusão de Curso. Curitiba: Universidade Federal do Paraná. 2008.

SEKAR, M.; RAJAGOPAL, T.; ARCHUNAN, G. Influence of zoo visitor presence on the behavior of captive Indian Gaur (*Bos gaurus gaurus*) in a Zoological Park. **Journal of Applied Animal Welfare Science**, v. 11, p. 352-357. 2008.

SHEPHERDSON, D.; CARLSTEAD, K. New approaches to the evaluation of zoo animal well-being using multiple institutions, assessment of behavior and temperament, and non-invasive physiological measures. **American Zoo and Aquarium Association Annual Conference**, p. 131-136. 2001.

SICK, H. **Ornitologia Brasileira**, v.1. Rio de Janeiro: Nova Fronteira. 1997.

SILVA, T. G. G.; VIEIRA, L. N. G.; BARRELLA, W. Estudo preliminar de enriquecimento ambiental no recinto do *Ramphastos toco* (Tucano-toco). **Revista Eletrônica de Biologia**, v. 3, n. 3, p. 93-104. 2010.

SILVERIO, R. A. **Efeito do enriquecimento ambiental nas respostas adrenocortical e comportamental de onças-pintadas (*Panthera onca*) em cativeiro**. Dissertação de Mestrado. Curitiba: Universidade Federal do Paraná. 2015.

SILVESTRE, A. M. How to assess stress in reptiles. **Journal of Exotic Pet Medicine**, v. 23, p. 240-243. 2014.

SINHORINI, J. A. **Estudo endócrino-reprodutivo, não invasivo de ararajubas, *Guaruba guarouba* (Gmelin, 1788), mantidas em cativeiro**. Tese de Doutorado. São Paulo: Universidade de São Paulo. 2013.

SKYNER, L. J.; AMORY, J. R.; HOSEY, G. The effect of visitors on the self-injurious behaviour of a male Pileated Gibbon (*Hylobates pileatus*). **Der Zoologische Garten**, v. 74, n. 1, p. 38-41. 2004.

SNOWDON, C. T. O significado da pesquisa em Comportamento Animal. **Estudos de Psicologia**, v. 4, n. 2, p. 365-373. 1999.

SOARES, E.; GOULART, F. C.; PRADO, P. S. T.; CARVALHO, S. M. R. Enriched environment (EE): immediate and long term effects on spatial memory. **International Journal of Psychology and Neuroscience**, v. 1, n. 1, p. 6-37. 2015.

STAN, K.; LACINAK, T.; FAD, O.; TRONE, M.; SOLANGI, M.; RAMOS, J. Keeping environmental enrichment enriching. **International Journal of Comparative Psychology**, v. 15, p. 127-137. 2002.

STÖWE, M.; BUGNYAR, T.; SCHLOEGL, C.; HEINRICH, B.; KOTRSCHAL, K.; MÖSTL, E. Corticosterone excretion patterns and affiliative behavior over development in ravens (*Corvus corax*). **Hormones and Behavior**, v. 53, n. 1, p. 208-216. 2008.

STÖWE, M.; ROSIVALL, B.; DRENT, P. J.; MÖSTL, E. Selection for fast and slow exploration affects baseline and stress-induced corticosterone excretion in Great tit nestlings, *Parus major*. **Hormones and Behavior**, v. 58, p. 864-871. 2010.

STRAUBE, F. C. Fontes históricas sobre a presença de araras no estado do Paraná. **Atualidades Ornitológicas**, n. 156, p. 64-87. 2010.

STRONG, R. J.; PEREIRA, M. G.; SHORE, R. F.; HENRYS, P. A.; POTTINGER, T. G. Feather corticosterone content in predatory birds in relation to body condition and hepatic metal concentration. **General and Comparative Endocrinology**, v. 214, p. 47-55. 2015.

SWAISGOOD, R.; SHEPHERDSON, D. Environmental enrichment as a strategy for mitigating stereotypies in zoo animals: a literature review and meta-analysis. In: MASON, G.; RUSHEN, J. (eds). **Stereotypic animal behavior: fundamentals and applications to welfare**. 2^a ed. London: CABI Publishing, p. 256-285. 2006.

TARJUELO, R.; BARJA, I.; MORALES, M. B.; TRABA, J.; BENÍTEZ-LÓPEZ, A.; CASAS, F.; ARROYO, B.; DELGADO, M. P.; MOUGEOT, F. Effects of human activity on physiological and behavioral responses of an endangered steppe bird. **Behavioral Ecology**, v. 26, n. 3, p. 828-838. 2015.

TELLES, L. F.; MALM, C.; MELO, M. M.; VILELA, D. A. R.; LAGO, L. A.; SILVA, M. X.; MARTINS, N. R. S. Arrancamento de penas psicogênico em maritacas: haloperidol e enriquecimento ambiental. **Ciência Rural**, v. 45, n. 6, p. 1099-1106. 2015.

TEMPEL, D. J.; GUTIÉRREZ, R. J. Factors related to fecal corticosterone levels in California spotted owls: implications for assessing chronic stress. **Conservation Biology**, v. 18, n. 2, p. 538-547. 2004.

THIEL, D.; JENNI-EIERMANN, S.; PALME, R. Measuring corticosterone metabolites in droppings of capercaillies (*Tetrao urogallus*). **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1046, p. 96-108. 2005.

TORASDOTTER, M.; METSIS, M.; HENRIKSSON, B. G.; WINBLAD, B.; MOHAMMED, A. H. Environmental enrichment results in higher levels of nerve growth factor mRNA in the rat visual cortex and hippocampus. **Behavioural Brain Research**, v. 93, p. 83-90. 1998.

TOUMA, C.; PALME, R. Measuring fecal glucocorticoid metabolites in mammals and birds: the importance of validation. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1046, p. 54-76. 2005.

TOUMA, C.; SACHSER, N.; MÖSTL, E.; PALME, R. Effects of sex and time of day on metabolism and excretion of corticosterone in urine and feces of mice. **General and Comparative Endocrinology**, v. 130, p. 267-278. 2003.

ULRICH-LAI, Y. M.; HERMAN, J. P. Neural regulation of endocrine and autonomic stress responses. **Nature Reviews Neuroscience**, v. 10, p. 397-409. 2009.

VAN HOEK, C. S.; KING, C. E. Causation and influence of environmental enrichment on feather picking of the crimson-bellied conure (*Pyrrhura perlata perlata*). **Zoo Biology**, v. 16, p. 161-172. 1997.

VAN ZEELAND, Y. R. A.; SPRUIT, B. M.; RODENBURG, T. B.; RIEDSTRA, B.; VAN HIERDEN, Y. M.; BUITENHUIS, B.; KORTE, S. M.; LUMEIJ, J. T. Feather damaging behavior in parrots: a review with consideration of comparative aspects. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 121, p. 75-95. 2009.

VASCONCELLOS, A. S.; GUIMARÃES, M. A. B. V.; OLIVEIRA, C. A.; PIZZUTTO, C. S.; ADES, C. Environmental enrichment for maned wolves (*Chrysocyon brachyurus*): group and individual effects. **Animal Welfare**, v. 18, p. 289-300. 2009.

VIDAL, L. S.; GUILHERME, F. R.; SILVA, V. F.; FACCIO, M. C. S. R.; MARTINS, M. M.; BRIANI, D. C. The effect of visitor number and spice provisioning in pacing expression by jaguars evaluated through a case study. **Brazilian Journal of Biology**. 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-69842016005104111&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 15 mar. 2016. Epub Mar 8, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.22814>.

WALKER, B. G.; BOERSMA, P. D.; WINGFIELD, J. C. Field endocrinology and conservation biology. **Integrative and Comparative Biology**, v. 45, p. 12-18. 2005.

WALKER, B. G.; BOERSMA, P. D.; WINGFIELD, J. C. Habituation of adult Magellanic penguins to human visitation as expressed through behavior and corticosterone secretion. **Conservation Biology**, v. 20, n. 1, p. 146-154. 2006.

WASHBURN, B. E.; MILLSPAUGH, J. J.; SCHULZ, J. H.; JONES, S. B.; MONG, T. Using fecal glucocorticoids for stress assessment in mourning doves. **The Condor**, v. 105, p. 696-706. 2003.

WASSER, S. K.; BEVIS, K.; KING, G.; HANSON, E. Noninvasive physiological measures of disturbance in the Northern spotted owl. **Conservation Biology**, v. 11, n. 4, p. 1019-1022. 1997.

WASSER, S. K.; HUNT, K. E.; BROWN, J. L.; COOPER, K.; CROCKETT, C. M.; BECHERT, U.; MILLSPAUGH, J. J.; LARSON, S.; MONFORT, S. L. A generalized fecal glucocorticoid assay for use in a diverse array of nondomestic mammalian and avian species. **General and Comparative Endocrinology**, v. 120, p. 260-275. 2000.

WATTERS, J. V.; MILLER, J. T.; SULLIVAN, T. J. Note on optimizing environmental enrichment: a study of fennec fox and zoo guests. **Zoo Biology**, v. 30, p. 647-654. 2011.

WELLS, D. L. A note on the influence of visitors on the behavior and welfare of zoo-housed gorillas. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 93, p. 13-17. 2005.

WELLS, D. L. Sensory stimulation as environmental enrichment for captive animals: a review. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 118, p. 1-11. 2009.

WILSON, F. E.; FOLLETT, B. K. Corticosterone-induced gonadosuppression in photostimulated Tree Sparrows. **Life Sciences**, v. 17, p. 1451-1456. 1976.

WITHERS, P. C. **Comparative Animal Physiology**. Orlando: Saunders College. 1992.

WHITTEN, P. L.; BROCKMAN, D. K.; STAVISKY, R. C. Recent advances in noninvasive techniques to monitor hormone-behavior interactions. **Yearbook of Physical Anthropology**, v. 41, p. 1-23. 1998.

WIELEBNOWSKI, N. C.; FLETCHALL, N.; CARLSTEAD, K.; BUSSO, J. M.; BROWN, J. L. Noninvasive assessment of adrenal activity associated with husbandry and behavioral factors in the North American clouded leopard population. **Zoo Biology**, v. 21, n. 1, p. 77-98. 2002.

WIKELSKI, M.; COOKE, S. J. Conservation physiology. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 21, n. 2, p. 38-46. 2006.

WIKIAVES. **Arara-azul-pequena**. 2015a. Disponível em: <<http://www.wikiaves.com.br/arara-azul-pequena>>. Acesso em: 13 out. 2015.

WIKIAVES. **Ararinha-azul**. 2015b. Disponível em: <<http://www.wikiaves.com.br/ararinha-azul>>. Acesso em: 13 out. 2015.

WINGFIELD, J. C.; MANEY, D. L.; BREUNER, C. W.; JACOBS, J. D.; LYNN, S.; RAMENOFKY, M.; RICHARDSON, R. D. Ecological bases of hormone-behavior interactions: the "Emergency Life History Stage". **American Zoologist**, v. 38, p. 191-206. 1998.

WINGFIELD, J. C.; ROMERO, L. M. Adrenocortical responses to stress and their modulation in free-living vertebrates. **Comprehensive Physiology**, Supplement 23: Handbook of physiology, the endocrine system, coping with the environment: neural and endocrine mechanisms, p. 211-234. 2001.

WINGFIELD, J. C.; SAPOLSKY, R. M. Reproduction and resistance to stress: when and how. **Journal of Neuroendocrinology**, v. 15, p. 711-724. 2003.

WRIGHT, T. F.; TOFT, C. A.; ENKERLING-HOEFLICH, E. *et al.* Nest poaching in Neotropical parrots. **Conservation Biology**, v. 15, n. 3, p. 710-720. 2001.

YOUNG, K. M.; WALKER, S. L.; LANTHIER, C.; WADDELL, W. T.; MONFORT, S. L.; BROWN, J. L. Noninvasive monitoring of adrenocortical activity in carnivores by fecal glucocorticoid analyses. **General and Comparative Endocrinology**, v. 137, p. 148-165. 2004.

ZACARIOTTI, R. L.; BONDAN, E.; DURRANT, B. A importância da conservação *ex situ* para a preservação de espécies ameaçadas de extinção e/ou endêmicas. **Herpetologia brasileira**, v. 2, n. 2, p. 33-35. 2013.

ZUANON, A.; FONSECA, C. A relação do homem com os demais animais e o que se conhece deles a partir da etologia e da ciência do bem estar animal. **Ars Veterinária**, v. 30, n. 2, p. 83-91. 2014.

APÊNDICES

APÊNDICE 1. Condições de alimentação das araras-canindé (*Ara ararauna*) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e do Zoológico Municipal de Cascavel.

Tabela 1. Alimentos oferecidos às araras-canindé (*Ara ararauna*) pelas instituições do estudo.

Local	Alimentação
FAG	80% de ração extrusada (Alcon, Brasil) para psitacídeos. 20% de frutas variadas (mamão, maçã, laranja, banana) uma vez ao dia, cinco vezes por semana (segunda a sexta-feira); uma vez por semana (sábado), as frutas são substituídas por 60 gramas de sementes de girassol, sendo fornecida também uma quantidade de ração suficiente para o sábado e domingo.
Zoológico	65% de sementes (milho e girassol). 35% dos seguintes componentes: - mistura para psitacídeos de grande porte (amendoim, canjica grada, canjica branca, ervilha, frutas desidratadas, girassol, maçã fatiada desidratada, sorgo branco, sorgo vermelho, uvas passas, ração extrusada); - legume picado (cenoura); - 2 a 3 tipos de frutas, oferecidas de forma alternada (laranja, banana, maçã, mamão, coco); - complementos, oferecidos de forma rotatória, uma vez por semana (ovo cozido, cálcio na forma de farinha de osso).

APÊNDICE 2. Detalhamento dos enriquecimentos ambientais utilizados.

Tabela 1. Descrição dos enriquecimentos ambientais oferecidos às araras-canindé (*Ararauna*) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e do Zoológico Municipal de Cascavel.

Enriquecimento	Descrição
Cordas de sisal	Cordas de sisal de 2 m amarradas no teto dos recintos ou nos poleiros.
Pinhas não recheadas	Pinhas sem alimento.
Pinhas recheadas	Pinhas com frutas.
Caixas surpresa	Caixas de papelão contendo alimentos escondidos no meio de folhas secas.
Caixas de ovo	Caixas de ovo com frutas, sementes e folhas de bambu frescas.
Espigas de milho	Espigas de milho seco com a palha para estimular a atividade para obter o alimento.
Rolinhos de girassol	Rolos de papel higiênico ou papel toalha absorvente com sementes de girassol coladas com cola de farinha ou cola atóxica.
Picolés de fruta	Pedaços de frutas congeladas com água ou suco de melancia.



Figura 1. Itens utilizados como enriquecimento ambiental para araras-canindé (*Ara ararauna*) do Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e do Zoológico Municipal de Cascavel. Legenda: (a) corda de sisal; (b) espiga de milho; (c) rolinho de girassol; (d) e (e) caixas de ovo; (f) picolé de fruta; (g) caixa surpresa; (h) pinha recheada.
Fonte: ALMEIDA, A. C.

APÊNDICE 3. Registros da interação das araras-canindé (*Ara ararauna*) com os itens de enriquecimento ambiental oferecidos no Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e no Zoológico Municipal de Cascavel.



Figura 1. Interação das araras-canindé (*Ara ararauna*) com caixas de ovo no Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e no Zoológico Municipal de Cascavel. Legenda: (a) indivíduo N3 (recinto D5); (b) indivíduo ZOO CVEL 141 (recinto 20B); (c) indivíduos do recinto 7; (d) indivíduo ZOO CVEL 140 (recinto 22A).
Fonte: ALMEIDA, A. C.



Figura 2. Interação das araras-canindé (*Ara ararauna*) com caixas surpresa no Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e no Zoológico Municipal de Cascavel. Legenda: (a) indivíduos do recinto 7; (b) indivíduos do recinto 22A; (c) indivíduos ZOO CVEL 162 (à direita) e 163 (à esquerda) (recinto 22A); (d) indivíduos do recinto 22A. Fonte: ALMEIDA, A. C.



Figura 3. Interação das araras-canindé (*Ara ararauna*) com cordas de sisal no Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e no Zoológico Municipal de Cascavel. Legenda: (a) indivíduo J2 (recinto BB); (b) e (c) indivíduos J1 e J2 (recinto BB); (d) indivíduo N4 (recinto D12).

Fonte: ALMEIDA, A. C.



Figura 4. Interação das araras-canindé (*Ara ararauna*) com espigas de milho no Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e no Zoológico Municipal de Cascavel. Legenda: (a) indivíduo FAG 150 (recinto BC); (b) indivíduo N4 (recinto D12); (c) indivíduo J1 (recinto BB); (d) e (e) indivíduos do recinto 7; (f) indivíduos ZOO CVEL 143 (à esquerda) e ZOO CVEL 012 (recinto 20B).
Fonte: ALMEIDA, A. C.

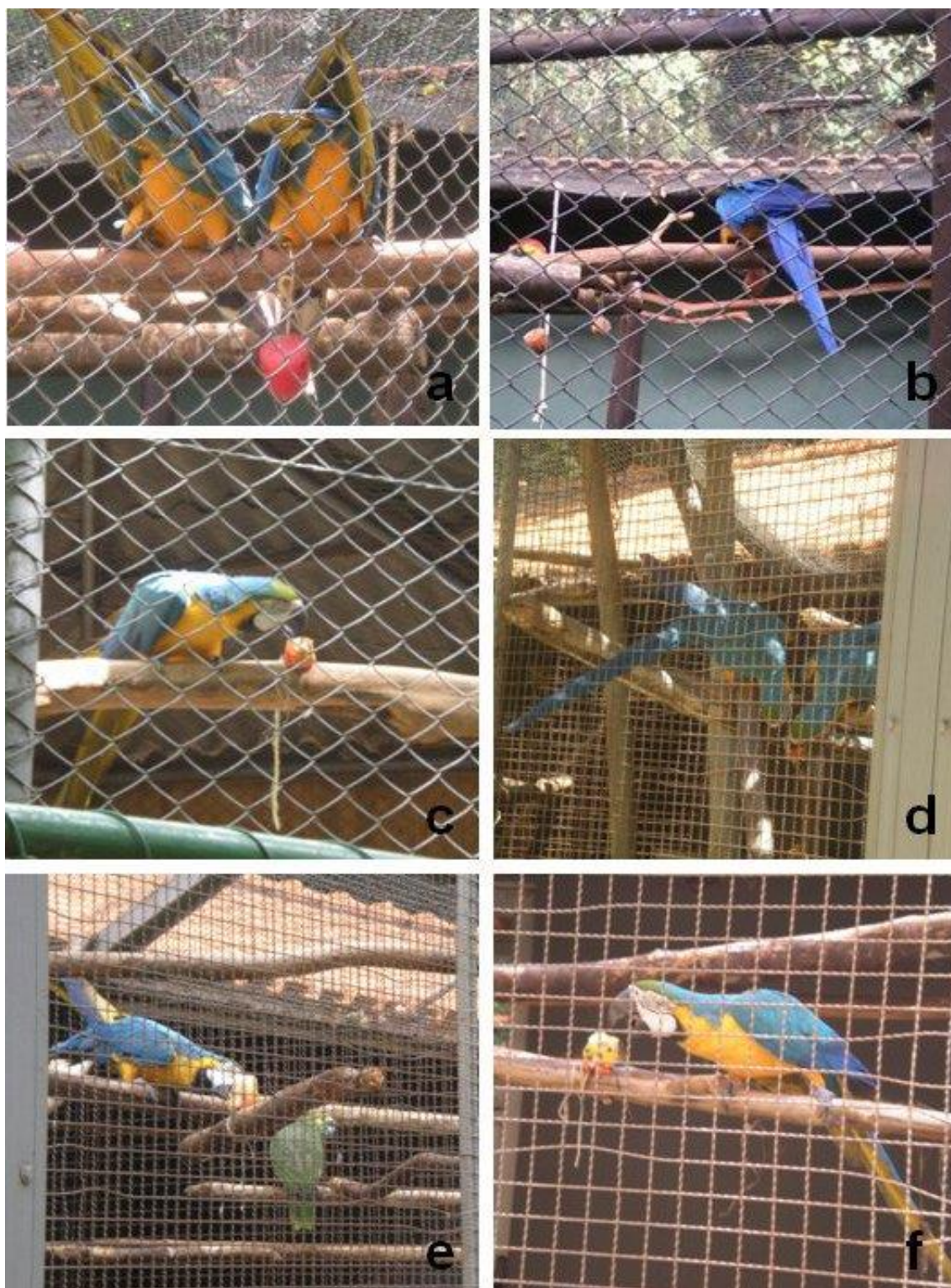


Figura 5. Interação das araras-canindé (*Ara ararauna*) com picolés de fruta no Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e no Zoológico Municipal de Cascavel. Legenda: (a) e (b) indivíduos do recinto 22A; (c) indivíduo recinto 7; (d) indivíduos do recinto D4; (e) indivíduo N4 (recinto D12); (f) indivíduo N3 (recinto D5).
Fonte: ALMEIDA, A. C.



Figura 6. Interação das araras-canindé (*Ara ararauna*) com pinhas recheadas e sem recheio no Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e no Zoológico Municipal de Cascavel. Legenda: Interação com pinhas recheadas: (a) indivíduos do recinto 7; (b) indivíduo N4 (recinto D12); (c) indivíduo do recinto D4; (d) indivíduo do recinto 22A; interação com pinhas sem recheio: (e) indivíduos do recinto BB; (f) indivíduo N1 (recinto D4).

Fonte: ALMEIDA, A. C.



Figura 7. Interação das araras-canindé (*Ara ararauna*) com rolinhos de girassol no Viveiro Conservacionista da Faculdade Assis Gurgacz e no Zoológico Municipal de Cascavel. Legenda: (a) indivíduos do recinto 7; (b) indivíduo N4 (recinto D12); (c) indivíduos do recinto BB; (d) indivíduo N3 (recinto D5).
Fonte: ALMEIDA, A. C.

ANEXOS

ANEXO 1 – Autorização para atividades com finalidade científica (SISBIO). 132

ANEXO 2 – Certificado de aprovação do projeto pela comissão de Ética no Uso de Animais do Setor Palotina da UFPR (CEUA/Palotina) 134



Ministério do Meio Ambiente - MMA
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 44745-1	Data da Emissão: 25/06/2014 09:21	Data para Revalidação*: 25/07/2015
* De acordo com o art. 33 da IN 154/2009, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: ANA CLAUDIA DE ALMEIDA	CPF: 065.059.479-73
Título do Projeto: Influência do enriquecimento ambiental na redução do estresse em indivíduos de arara-canindê (Ara ararauna) em cativeiro	
Nome da Instituição : UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ	CNPJ: 75.095.679/0001-49

Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	Coleta de material biológico e análise do material em laboratório	11/2014	10/2015

Observações e ressalvas

1	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passada, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
2	Esta autorização NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor de terra indígena (FUNAI), da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso.
3	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Instrução Normativa IBAMA nº 154/2007 ou na Instrução Normativa ICMBio nº 10/2010, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
4	A autorização para envio ao exterior de material biológico não consignado deverá ser requerida por meio do endereço eletrônico www.ibama.gov.br (Serviços on-line - Licença para importação ou exportação de flora e fauna - CITES e não CITES).
5	O titular de licença ou autorização e os membros da sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.
6	O titular de autorização ou de licença permanente, assim como os membros de sua equipe, quando da violação da legislação vigente, ou quando da inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição do ato, poderá, mediante decisão motivada, ter a autorização ou licença suspensa ou revogada pelo ICMBio e o material biológico coletado apreendido nos termos da legislação brasileira em vigor.
7	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospecção e desenvolvimento tecnológico. Veja maiores informações em www.mma.gov.br/cgen .
8	Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infra-estrutura da unidade.

Locais onde as atividades de campo serão executadas

#	Município	UF	Descrição do local	Tipo
1	CASCAVEL	PR	Parque Municipal Danilo Galafassi e Faculdade Assis Gurgacz	Fora de UC Federal

Atividades X Táxons

#	Atividade	Táxons
1	Coleta/transporte de amostras biológicas ex situ	Ara ararauna

Material e métodos

1	Amostras biológicas (Aves)	Penas, Fezes, Ectoparasita, Sangue
---	----------------------------	------------------------------------

Destino do material biológico coletado

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº154/2007. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 94676271



Página 1/3



Ministério do Meio Ambiente - MMA
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 44745-1	Data da Emissão: 25/06/2014 09:21	Data para Revalidação*: 25/07/2015
* De acordo com o art. 33 da IN 154/2009, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: ANA CLAUDIA DE ALMEIDA	CPF: 065.059.479-73
Título do Projeto: Influência do enriquecimento ambiental na redução do estresse em indivíduos de arara-canindé (Ara ararauna) em cativeiro	
Nome da Instituição : UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ	CNPJ: 75.095.679/0001-49

#	Nome local destino	Tipo Destino
1	UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ	

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº154/2007. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 94676271



Página 2/3



Ministério do Meio Ambiente - MMA
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 44745-1	Data da Emissão: 25/06/2014 09:21	Data para Revalidação*: 25/07/2015
* De acordo com o art. 33 da IN 154/2009, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: ANA CLAUDIA DE ALMEIDA	CPF: 065.059.479-73
Título do Projeto: Influência do enriquecimento ambiental na redução do estresse em indivíduos de arara-canindé (Ara ararauna) em cativeiro	
Nome da Instituição : UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ	CNPJ: 75.095.679/0001-49

Registro de coleta imprevista de material biológico

De acordo com a Instrução Normativa nº154/2007, a coleta imprevista de material biológico ou de substrato não contemplado na autorização ou na licença permanente deverá ser anotada na mesma, em campo específico, por ocasião da coleta, devendo esta coleta imprevista ser comunicada por meio do relatório de atividades. O transporte do material biológico ou do substrato deverá ser acompanhado da autorização ou da licença permanente com a devida anotação. O material biológico coletado de forma imprevista, deverá ser destinado à instituição científica e, depositado, preferencialmente, em coleção biológica científica registrada no Cadastro Nacional de Coleções Biológicas (CCBIO).

Táxon*	Qtde.	Tipo de amostra	Qtde.	Data

* Identificar o espécime no nível taxonômico possível.

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº154/2007. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 94676271



Página 3/3

Ministério da Educação
Universidade Federal do Paraná
Setor Palotina
Comissão de Ética no Uso de Animais



Certificado

Certificamos que o **Protocolo nº 52/2014** referente ao projeto de pesquisa **Influência do enriquecimento ambiental na redução do estresse em indivíduos de arara-canindé (*Ara ararauna*) em cativeiro**, sob responsabilidade de **Prof. Dr. Nei Moreira**, está de acordo com os Princípios Éticos da Experimentação Animal, adotado pelo Colégio Brasileiro de Experimentação (COBEA) e foi **APROVADO** pela Comissão de Ética no Uso de Animais do Setor Palotina da UFPR (CEUA/Palotina) em **06/03/2015**.

Palotina, 11 de março de 2015.

Certificate

*Certify that the **Protocol n. 52/2014** regarding the research project **Influence of environmental enrichment on stress reduction in blue and yellow macaw (*Ara ararauna*) in captivity**, under responsibility of Prof. Dr. Nei Moreira, is according to the Ethical Principles of Animal Experimentation adopted by the Brazilian College of Experimentation (COBEA) and was **APPROVED** by the Ethics Committee on Animal Use of the UFPR – Setor Palotina (CEUA / Palotina) in March 06, 2015.*

Palotina, March 11, 2015.


Prof.^a Dr.^a Erica Cristina B. P. Guirro
Coordenadora/Coordinator
CEUA/Palotina - UFPR

Prof.^a Dr.^a Erica C. B. P. Guirro
CRMV-PR 7403 - SIAO 190462
UFPR - Setor Palotina